

ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS

ACTA GEOGRAPHICA

TOMUS XI.

FASC. 1—7.

SZEGED, (HUNGARIA)

1971

ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS

ACTA GEOGRAPHICA

TOMUS XI.

FASC. 1—7.

SZEGED, (HUNGARIA)

1971

Adiuvantibus

Dr. L. Jakucs, Dr. Gy. Krajkó, Dr. I. Pénzes

redigit

Dr. I. PÉNZES

Edit

Facultas Scientiarum Naturalium Universitatis Szegediensis
de Attila József nominatae

Nota

Acta Geogr. Szeged

Szerkeszti

Dr. PÉNZES ISTVÁN

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Jakucs László, Dr. Krajkó Gyula, Dr. Pénzes István

Kiadja

a Szegedi József Attila Tudományegyetem Természettudományi Kara
(Szeged, Aradi Vértanúk tere 1.)

Kiadványunk rövidítése
Acta Geogr. Szeged

REGULATOREN DER KARSTKORROSION DURCH PETROVARIANZ

VON

L. JAKUCS

Der Bereich der Geomorphologie, die sich mit der Studie der unter dem Einfluss von gleichen Bedingungen der Denudationswirkung und Zeitdauer auftretenden unterschiedlichen und eigenartigen Fazies der verschiedenen Gesteinen befasst, wird Gesteinsmorphologie genannt. In der ungarischen geomorphologischen Fachliteratur hat B. BULLA (1954) als erster die Rolle dieser Disziplin abgefasst: „Die Gesteinsmorphologie erklärt den Einfluss der Gesteinsbeschaffenheit und der qualitativen Unterschiedlichkeiten der Gesteine auf die Gestaltung der Oberflächenformen. Die Gesteinsmorphologie ist also eine Fazieskunde, die auf den materiellen (petrographischen und lithologischen) Unterschieden der das Relief aufbauenden Gesteine der Oberflächenformen beruht.“

In dem der genauen Definition anschliessenden erörternden Teil (angeführtes Werk S. 441—481) gibt BULLA auch die inhaltliche Erklärung seiner Definition an, indem er die spezifischen Denudationsformenschätze der wichtigsten Gesteinsgruppen aufführt und vergleicht. Seine Arbeit ist in der ungarischen Fachliteratur sogar nach der Tätigkeit solcher Art von CHOLNOKY (1928, 1932, 1939) von bahnbrechender Bedeutung und wird betrachtet als die Grundlegung eines Wissenschaftsbereiches. Ihr Wert wird also um nichts vermindert, auch wenn man sich mit der umfassenden Darstellung der wichtigsten Fragen heute nicht mehr begnügen kann, sondern eine viel eingehendere Analyse der Probleme verlangt. Das ist aber weder bei BULLA, noch in den neuesten geomorphologischen Handbüchern des Auslands zu finden. THORNBURY (1956), MAULL (1958), KETTNER (1959), LOUIS (1964) usw. begnügen sich auch damit, dass sie die Grenze der tiefgreifenden gesteinsmorphologischen Untersuchungen beim Erschliessen der auffälligsten und allgemein kennzeichnenden Denudationseigenschaften der einzelnen Gesteinsgruppen oder Gesteine (Kalkgestein, Dolomit, Granit, Basalt, Sandstein, Löss, Gips, Steinsalz usw.) ziehen und auf die Auswirkungen der innerhalb der unterschiedlichen Gesteinsarten auftretenden kleineren strukturellen oder materiellen Unterschiede höchstens nur durch einzelne Hinweise in den Nebensätzen eingehen. Eine Menge von Daten weisen doch darauf hin, dass die innerhalb der einzelnen engeren Gesteinsgruppen vorhandenen und vom gesteinskundlichen Gesichtspunkt aus nicht kennzeichnenden, vielfach auch nicht berücksichtigten geringfügigen Unterschiede der Gesteinsvarietäten die Dynamik der Denudation oder ihren Einfluss auf die

Beschaffenheit gelegentlich stärker modifizieren, als die grossen Abgrenzungen der petrographischen Systematik.

Insbesondere gilt diese Feststellung für die Karbonatgesteine, deren kaum mehr bemerkbaren Spezifika sich in den Formergebnissen des korrosiven Denudationsablaufes in grossem Masse widerspiegeln können. Darauf machte sich übrigens auch GRUND aufmerksam, als er die folgenden feststellte (1914, S. 634): „Ebenso, wie wir harte und weiche Gesteine unterscheiden, als es um die Erosion handelt, desgleichen verhalten sich die Kalk- und Dolomitgesteine unterschiedlich gegenüber der Korrosion, denn es gibt ja leicht und schwer lösliche Kalkgesteine je nach dem Reinheitsgrad des Kalkes.“

Hinsichtlich der oben angeführten Gesichtspunkte sollen im folgenden etwas eingehender untersucht werden, welche die geringeren Varianzunterschiede des Kalksteins, dieses wichtigsten verkarstenden Gesteins sind, von denen die Karstdenudation qualitativ und quantitativ empfindlich betroffen wird.

Die Karstkorrosion und die Eigenarten der stofflichen Zusammensetzung des Kalkgesteins

Es ist bekannt, dass der Kalkstein als Gestein zur Gruppe der sog. *Gesteine mit einem Mineral (monomineralischen Gesteine)* gehört. Der ihn gestaltender Grundstoff ist die *Kalzit*-Varietät des Kalziumkarbonats (CaCO_3).

Ein Teil der in der Natur vorkommenden Kalksteine enthält keinen anderen mineralischen Bestandteil, während ihr übriger Teil in mehr oder weniger Prozent Magnesit als *zusätzliches Gemenge* und *einen Anteil von* verschiedenen *verunreinigenden Stoffen* umfasst. Solche verunreinigende Stoffe können am häufigsten das Eisenoxid, verschiedene Tonminerale, Sand, verschiedene Einschlüsse von Kieselgel, Bitumen usw. sein. Die Menge der zusätzlichen und verunreinigenden Stoffe beträgt bei den sog. reinen Kalksteinen zumeist kaum 1%, bei den stärker verunreinigten Kalksteinen aber 10—15%, und in gewissen Fällen kann sie sogar noch mehr Gewichtsprozent ausmachen. In diesen Fällen sprechen wir über sandigen, tonigen (mergeligen), Feuerstein, Dolomit usw. haltenden Kalkstein, ja sogar wir müssen — wenn der Anteil der fremden mineralischen Bestandteile vorherrschend wird — über kalkhaltigen Sandstein, Mergel, Dolomit sprechen.

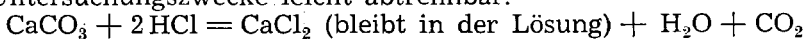
Die zusätzlichen und verunreinigenden Gemenge beeinflussen erheblich das Verhalten des Gesteins gegenüber der Korrosion. Deshalb können wir uns anhand der Untersuchung über die stoffliche Zusammensetzung des Kalksteins Gesichtspunkte von grundsätzlicher Bedeutung zur richtigen Erklärung einzelner karstgenetischer Vorgänge gewinnen. Es wird also oft erforderlich, für irgend ein Kalkgestein zu bestimmen:

1. sowohl das Verhältnis zwischen den unreinigenden Mineralen und den Karbonatmineralen,

2. als auch den Anteil der Kationen (Ca^{++} und Mg^{++}) der Karbonatminerale,

3. oder aber die Merkmale der verunreinigenden Bestandteile hinsichtlich der stofflichen, bzw. mineralischen Zusammensetzung.

Da sich der Karbonat-Grundstoff des Kalkgesteins in dünner Salzsäure im Sinne des nachstehenden chemischen Zerfalls restlos auflöst und zugleich die verunreinigenden Gemenge als in dünner Salzsäure unlösliche Lösungsrückstände im allgemeinen zurückbleiben, sind die letzteren für Untersuchungszwecke leicht abtrennbar.



In der Tabelle 1 zeigen wir die chemische Zusammensetzung einiger charakteristischen Kalkgesteinsarten unter Angabe des Anteils der zusätzlichen und verunreinigenden Gemenge an.

Der theoretisch reine Kalkstein (Kalzit) enthält 56% CaO und 44% CO_2 (CAYEUX 1935). Dies kommt aber in der Natur im seltensten Falle vor.

Die in dünner Salzsäure unlöslichen Verunreinigungen des Gesteins lösen sich in der Regel auch in den Grundwässern (Karstwässern) nicht auf; und so können sie sich im Laufe der Entwicklung von Kalksteinflächen an manchen Stellen kräftig anhäufen und die Verkarstungsprozesse entscheidend beeinflussen, regulieren. Aber auch die in den Höhlen vorkommenden verschiedenen Sedimente, Ausfüllungen sind zum grössten Teil aus diesen Lösungsrückständen entstanden (BÖGLI 1963, LAIS 1941, KUKLA-LOZEK 1958).

Wie es sich auch in der Tabelle 1 widerspiegelt, ist die am weitesten verbreitete und im grössten quantitativen Anteil vorkommende Komponente der Kalksteine das Magnesiumkarbonat, mit dessen Anwesenheit man bei den meisten Kalksteinen rechnen muss. Seine Menge kann sehr wechselnd sein und bis zum vollständig reinen Dolomit — wobei die gewichtsprozentige Zusammensetzung von CaCO_3 und MgCO_3 dem Molekularverhältnis 1:1 entspricht (54,35%:45,65%) — können in der Natur die verschiedensten Proportionen in der Zusammensetzung auftreten. Zumeist ist die Anwesenheit des SiO_2 , des Al_2O_3 und des Fe_2O_3 allgemein, doch verbleiben ihre Mengenverhältnisse in der Regel unter dem Anteil des Magnesiums. Und die Häufigkeit der übrigen Bestandteile ist bei den meisten Kalksteinen noch geringer und nicht unerlässlich.

Mit welchen Tendenzen die auf die Löslichkeit der mineralischen Zusammensetzung ausgeübte Wirkung auftritt, kann theoretisch nur schwierig und — wie die einander widersprechenden Feststellungen der zu diesem Zweck durchgeführten Berechnungen (GÁNTI T. 1957, MARKÓ L. 1961) beweisen — auch nicht immer richtig beantwortet werden. Die Ursache davon müssen wir wahrscheinlich darin sehen, dass sich die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung in der Regel an solche entsprechende kristall- und raumstrukturelle Merkmale anknüpfen, die auch an sich hinsichtlich des Einflusses auf die Lösungsdynamik von Bedeutung sind. Deshalb müssen wir bei der Beurteilung der Frage die Ergebnisse der *experimentellen Untersuchungen* unbedingt in den Vordergrund stellen, die die Grössenordnungen der unter der Wirkung von

TABELLE 1.

Chemische Zusammensetzung unterschiedlicher Kalksteine

Untersuchte Gesteinsprobe	CaO%	CO ₂ %	MgO%	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	MnO%	K ₂ O%	Na ₂ O%	P ₂ O ₅ %	SO ₃ %	Cl%	H ₂ O%	Zusammen
Rezenter Korallenkalk von den Bermudainseln (nach KLARKE)	55,16	43,74	0,20	0,23	Sp.	Sp.	—	—	—	—	—	—	—	0,54	99,87
Kalktuff vom Gebiet Iwanowo-Wosnesensk (nach SWETZOW)	54,30	44,45	0,16	0,37	0,65	Sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	99,93
Mittelwert der Analyse von 345 Kalksteinen verschiedener Arten (nach KLARKE)	42,61	41,58	7,90	5,19	0,81	0,54	0,06	0,05	0,33	0,05	0,04	0,13	0,02	0,77	100,09
Mittelwert der Analyse von 498 zum Bau verwendbaren Kalksteinen verschiedener Art (nach KLARKE)	40,60	35,58	4,49	14,09	1,75	0,77	0,08	0,03	0,58	0,62	0,42	0,14	0,01	1,18	100,34
Kreidekalk vom Nord-Kaukasus (nach RENGARTEN)	50,11	39,75	0,37	5,70	2,38	0,24	—	—	—	—	—	—	—	—	98,55
Kreidekalk vom Gebiet Briansk (nach DOBROW)	52,40	43,56	0,48	1,00	0,90	—	—	—	—	—	—	Sp.	—	—	98,34
Weisser Biancone- (Kreide-) Kalk von der Umgebung des Gardasees (nach BLANCK und WEISSE)	54,50	43,29	1,20	0,76	0,17	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	99,96

Grauer Biancone- (Kreide-) Kalk von der Umgebung des Gardasees (nach BLANCK und WEISSE)	52,02	43,29	2,10	2,12	0,27	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	99,94
Liaskalk vom Gerecsegebirge (nach GEDEON)	53,11	42,80	Sp.	0,29	3,61	Sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	99,91
Bräunlich-roter Ammoniten-Jurakalkstein, S-Alpen (nach BLANCK und WEISSE)	52,78	41,80	0,30	4,26	0,76	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	99,98
Weisslich roter Ammoniten-Jurakalkstein, S-Alpen (nach BLANCK und WEISSE)	55,05	42,96	Sp.	1,53	0,38	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	99,97
Wetterstein- (Trias-) Kalkstein vom Aggteleker Gebirge (JAKUCS)	53,19	43,96	2,00	0,61	0,14	0,06	—	Sp.	—	—	—	—	—	—	99,96
Unter-devonischer Kalkstein vom Moskauer Becken (nach SWETZOW)	55,44	44,11	0,02	0,10	0,07	0,07	—	—	—	—	Sp.	—	—	—	99,81
Karbonkalkstein mit Feuerstein vom südlichen Flügel des Moskauer Beckens (nach SWETZOW)	41,18	32,34	Sp.	26,44	0,21	Sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	100,17

Petrovarianz in der Karstkorrosion

gleichen Bedingungen vor sich gehenden Auflösung der Kalksteine von bekannter Zusammensetzung untereinander vergleichbar machen.

Zur Beantwortung der Frage in diesem Sinne hat von den ungarischen Autoren MANDY (1954) interessante Untersuchungen unternommen, als er die Löslichkeit der Kalksteine verschiedenen Alters und des triassischen Hauptdolomits bei Anwendung von gesättigten wässrigen Lösungen in CO_2 Atmosphäre und bei unterschiedlichen Neigungswerten der Gesteinsoberfläche verglich. Seine Versuchsergebnisse haben bestätigt und diejenige frühere erfahrungsmässige und theoretische These nach Grössenordnung in konkrete Beleuchtung gestellt, dass die Löslichkeit des Dolomits wesentlich geringer ist als die des Kalksteins. Dieser Löslichkeitsunterschied lässt sich übrigens um so mehr betonen, je mehr Zeit für die Berührung der Lösung mit der Gesteinsoberfläche gesichert ist (Abb. 1).

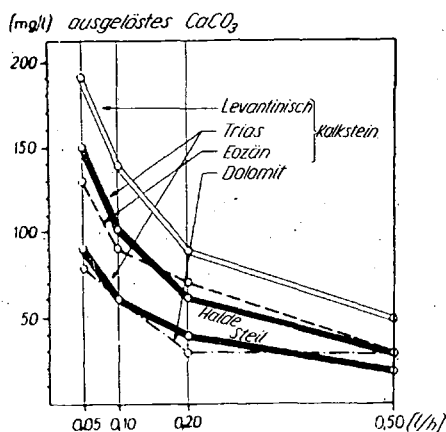


Abbildung 1. Auflösung von Kalksteinen verschiedenen Alters und des triassischen Hauptdolomits in dem mit Kohlensäure gesättigten Leitungswasser. An der Abszisse ist die Menge der an die Oberfläche der Gesteinsprobe getropften Lösung eingetragen. Die Löslichkeit des Triaskalksteins ist auch an steil und sanft geneigten Gesteinsflächen veranschaulicht, damit auf diese Weise der Unterschied des Korrosionsgrades in Abhängigkeit des flächenhaften Wasserabflussgeschwindigkeitsunterschiedes beurteilt werden kann (nach den Angaben von T. MANDY).

Gleichzeitig beobachtete MANDY grosse Abweichungen auch im Löslichkeitsgrad der von verschiedenen Fundorten stammenden Dolomiten. Leider gab er die geochemischen Kennzeichen weder bei den Kalkstein-, noch den Dolomitproben an und so gibt es keine Möglichkeit die spezifischen Intensitätsunterschiede je nach Löslichkeitsproben in ihrer Kausalität zu erschliessen.

Wesentlich mehr sagen über die Frage die Untersuchungen der Deutschen A. GERSTENHAUER und K. H. PFEFFER (1966) aus, die im

Interesse der endgültigen Lösung des Problems im Labor des Geographischen Instituts der Universität Frankfurt/Main eine Reihe von Untersuchungen durchführten. Bei 46 von verschiedenen Standorten stammenden Gesteinen verschiedenen Alters haben sie durch quantitative Analyse das Verhältnis $\text{CaCO}_3 : \text{MgCO}_3$ bestimmt, dann dieselben Gesteine (bis zu 2 mm Korngrösse gemahlen) der Einwirkung des beim atmosphärischen $p \text{ CO}_2$ gesättigten Wassers bei Zimmertemperatur für 28 Stunden Dauer ausgesetzt. Sie bestimmten das Mass der so erfolgten Lösung. Ihre mit musterhafter Sorgfältigkeit und moderner chemischen sowie lösungstechnologischen Methodik durchführten Untersuchungsergebnisse sind in unserer Tabelle 2 zusammengefasst.

Das Lösungsdiagramm der neun Proben der Tabelle 2 ist in zeitlicher Verteilung der Teilergebnisse auch für mehr als 28 Stunden Zeitdauer angefertigt. Diese Lösungskurven, die wir für sehr kennzeichnend halten müssen, werden in Abbildung 2 angezeigt.

Sowohl Tabelle 2, als auch Abbildung 2 bestätigen wohl, dass die Lösungsdynamik der Kalksteine unterschiedlicher Zusammensetzung bedeutende Unterschiede in der Grössenordnung hat. Eine auffallende Erscheinung ist ausserdem, dass sich die Zeitkurven der Lösungsintensität bei den verschiedenen Proben kennzeichnend differenzieren, soweit die

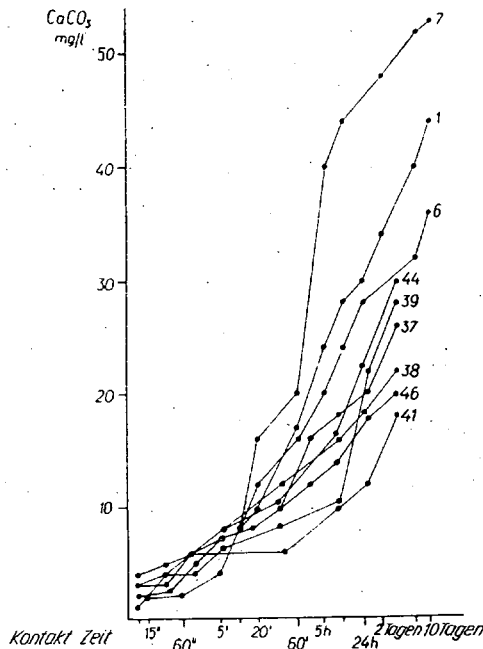


Abbildung 2. Zeitliche Abläufe der Lösung unterschiedlicher Kalksteintypen in dem mit $p \text{ CO}_2$ gesättigten Wasser. Die Nummern der Proben entsprechen den Nummern der Tabelle 2 (nach GERSTENHAUER—PFEFFER).

TABELLE 2.

Num- mer	Bezeichnung der Entnahmestelle	Geologisches Zeitalter	Ca CO ₃ %	Mg CO ₃ %	Anderes	CaCO ₃ mg/l pro 28 h
1.	Carrara (Apuanische Alpen)	Trias	98,0	2,0	0,0	31
2.	Copoya (Chiapas, Mexiko)	Oligozän	81,8	2,0	16,2	18
3.	Panamerikanische Landstrasse (1187 km, Chiapas, Mexiko)	Mittelkreide	89,4	4,8	5,8	20
4.	Macuspana (Tabasco, Mexiko)	Oligozän	92,7	4,8	2,5	24
5.	Canon (Chiapas, Mexiko)	Oligozän	93,2	4,0	2,6	26
6.	Poana (Tabasco, Mexiko)	Oberkreide	93,9	3,7	2,4	25
7.	Morelia (Chiapas, Mexiko)	Mittelkreide	97,4	1,0	1,6	41
8.	Vall de Travers (Neuenburger Jura)	Malm	93,2	3,8	3,0	27
9.	Vall de Brevine (Neuenburger Jura)	Malm	91,3	4,8	3,9	23
10.	Vall de Brevine (Neuenburg. J.)	Malm	92,8	4,9	2,3	23
11.	Les Sognettes (Neuenb. J.)	Malm	84,8	4,9	10,3	22
12.	Soyalo (Chiapas, Mexiko)	Mittelkreide	92,0	3,8	4,2	26
13.	Bochil (Chiapas, Mexiko)	Mittelkreide	90,9	4,9	4,2	22
14.	Teopisca (Chiapas, Mexiko)	Quartär	88,0	8,8	3,2	19
15.	Eube (Deutsches Mittelgebirge)	Muschelkalk	87,0	8,4	4,6	18
16.	Glattalp (Schweizer Alpen)	Unterkreide	95,0	3,4	1,6	26
17.	Glattalp (Schweizer Alpen)	Unterkreide	93,4	4,7	1,9	22
18.	Monte Cavallo (Venezianer Voralpen)	Kreide	91,0	4,9	4,1	20
19.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Kreide	89,4	9,9	0,7	16
20.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Kreide	91,0	8,6	0,4	19
21.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Kreide	84,6	9,7	5,7	16
22.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Kreide	88,9	4,9	6,2	21
23.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Kreide	87,9	9,9	2,2	17
24.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Kreide	94,4	2,8	2,8	17
25.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Kreide	95,0	3,0	2,0	28
26.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Eozän	92,6	4,6	2,8	22
27.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Eozän	87,0	8,9	4,1	18
28.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Eozän	89,4	10,0	0,6	15
29.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Kreide	90,4	8,8	0,8	19
30.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Eozän	96,0	0,7	3,3	40
31.	Monte Cavallo (Venez. Voralp.)	Kreide	94,1	4,1	1,8	23
32.	Longarone ((Piave-Tal)	Jura	90,9	4,3	4,8	16
33.	Paranuzzi (Venez. Voralpen)	Eozän	92,4	5,0	2,6	20
34.	Torrente Pentina (Venez. Vora.)	Trias	95,8	4,2	0,0	22
35.	Torr. Pentina (Venez. Voralpen)	Jura	92,0	8,0	0,0	16
36.	Torr. Pent. (Venez. Voralp.)	Trias	88,3	4,8	6,9	21
37.	Campo Felice (Abruzzen)	Untermiozän	97,0	2,0	1,0	20
38.	Campo di Rovere (Abruzzen)	Untermiozän	97,2	2,1	0,7	22
39.	Campo Felice (Abruzzen)	Mittelmiozän	84,5	9,7	5,8	22
40.	Campo Saline (Abruzzen)	Kreide	87,3	8,6	3,1	14
41.	Campo di Rovere (Abruzzen)	Untermiozän	90,6	4,4	5,0	12
42.	Piano di Ovindoli (Abruzzen)	Mittelmiozän	92,0	4,9	3,1	22
43.	Piano di Ovindoli (Abruzzen)	Mittelmiozän	90,0	4,0	6,0	22
44.	Campo Saline (Abruzzen)	Untermiozän	85,0	10,0	5,0	22
45.	Campo Felice (Abruzzen)	Kreide	99,0	1,0	0,0	26
46.	Campo Felice (Abruzzen)	Kreide	91,5	7,6	0,9	18

in den Richtungen der absteigenden Linien der einzelnen Diagramme auftretenden Brüche nicht parallel zueinander gemacht werden können.

Um den Zusammenhang zwischen den vorstehenden Lösungseigenschaften und den Gesteinszusammensetzungen zu erfassen, redigierte GERSTENHAUER ein neueres Diagramm (Abb. 3.), auf dessen Abszisse er den CaCO_3 -Anteil der Gesteinsproben und auf dessen Ordinata die mg/l Werte des in der Zeiteinheit von 28 Stunden der Untersuchung gelösten Gesteins aufgetragen hat. Die Streuung der auf diese Weise in das Diagramm eingetragene Punkte erreichte aber ein überaus breites Feld. Daraus kann bereits einer der wichtigsten Schlüsse der Untersuchungsserie gezogen werden: *Zwar zeigt die Lösungsintensität der Kalksteine unterschiedlicher Zusammensetzung gewisse Zusammenhänge mit den Verhältnissen des CaCO_3 -Gehalts des Gesteins auf, aber die Variabilität der Löslichkeit kann durch diesen Faktor allein nicht erklärt werden.*

Wenn wir aber bei einem nach den vorangehenden gleichen Prinzipien redigierten neueren Koordinatensystem, an dessen waagerechter Achse zunächst den MgCO_3 -Gehalt darstellen, die Anordnung der die Löslichkeit bezeichnenden Punkte untersuchen (Abb. 4), können wir eine wesentlich geringere Streuung beobachten und ausdrücklich kann ein verhältnismässig schmaler Lösungsgang bezeichnet werden, der den Grossteil der den Löslichkeitsgrad der untersuchten Gesteine bezeichnenden Diagrammpunkte enthält. In der Darstellung nach den Mol-Verhältnissen zeichnen sich die Gesagten noch auffälliger aus. Auf diesem Grund ergibt sich also von selbst die Erfassung des zweiten experimentellen Satzes der Versuchsreihe: *Der Löslichkeitsgrad der Kalkgesteine wird durch deren Magnesiumkarbonatgehalt auch bereits bei geringem Gemengeanteil entscheidend beeinflusst.*

Ausserdem ist noch ein sehr auffallender Zug des Diagramms der Abb. 4., dass die Abnahme der Löslichkeit der Erhöhung des Magnesiumkarbonatgehalts nicht in linearem, sondern progressiv umgekehrtem Verhältnis folgt. Das heisst, während von den Kalkgesteinen mit insgesamt 1 oder noch weniger % Gehalt an MgCO_3 Grössenordnungen von 40 mg/l der Löslichkeit in der Untersuchungsperiode von 28 Stunden erschienen, weist auch die Lösung der Kalkgesteine mit 2—5% Gehalt an Magnesium beinahe die Hälfte von diesem Wert auf. Diese Löslichkeitsminderung wird aber beim Erscheinen des Magnesiumkarbonats in erhöhter Grössenordnung nicht mehr wesentlich gesteigert.

Damit die die Löslichkeit gewiss auch modifizierende und so annehmbar auch die vorstehenden Versuchsergebnisse an manchen Stellen störende Wirkung der in den Gesteinen fast immer vorhandenen anderen Verunreinigungsbestandteile beseitigt, bzw. vermessen werden kann und dadurch der auf die Löslichkeit geübte Einfluss des Magnesiumkarbonats in der Tat eine eindeutige und durch Experiment exakte Beleuchtung gewinnen kann, haben GERSTENHAUER und PFEFFER mit dem je nach Analyse in verschiedenem Masse reinen Kalziumkarbonat- und Magnesiumkarbonatpulver Untersuchungen auf die Lösungsintensität durchgeführt. Die sehr beachtenswerten Ergebnisse dieser Messreihen werden

in Abbildung 5 und 6 veranschaulicht, und zwar Abb. 5 in bezug auf sämtlich mögliche Proportionsverhältnisse der beiden Komponenten, während Abb. 6 nur in den der Häufigkeit der petrographischen Bedingungen am meisten entsprechenden Proportionen, bei denen der Anteil des MgCO_3 -Gehalt des Gemenges nur 0—10% ausmacht.

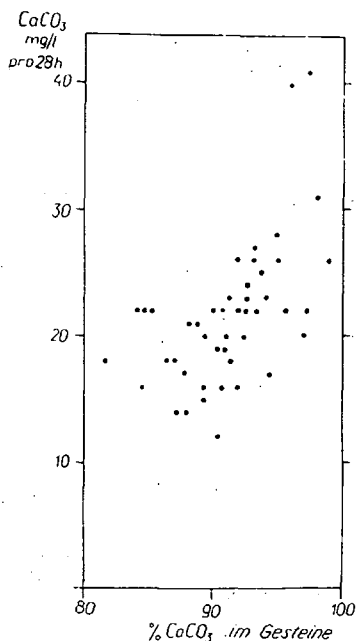


Abbildung 3. Die 28 stündige Löslichkeit von 46 verschiedenen Gesteinsproben in dem mit $p \text{ CO}_2$ gesättigten Wasser je nach dem an der Abszisse angegebenen CaCO_3 -Gehalt der Proben (nach GERSTANHAUER—PFEFFER).

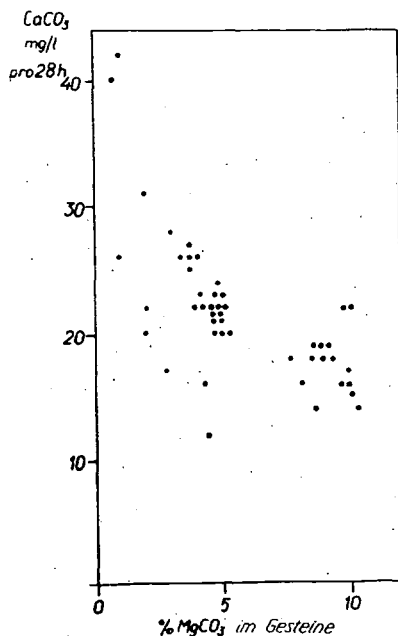


Abbildung 4. Die 28 stündige Löslichkeit von 46 verschiedenen Gesteinsproben in dem mit $p \text{ CO}_2$ gesättigten Wasser, je nach dem an der Abszisse angegebenen MgCO_3 -Gehalt der Proben nach GERSTANHAUER—PFEFFER).

Die oben angeführten Lösungsversuche beweisen eindeutig, dass die Löslichkeit des CaCO_3 , d. h. des Kalksteins bereits durch minimalen MgCO_3 -Gehalt vermindert wird, aber die darüber hinaus reichenden weiteren Veränderungen in der Proportion des Magnesiums keine bedeutende, die Löslichkeit modifizierende Auswirkung in der Größenordnung mehr haben.

Vergleichen wir die auf die absoluten Größenordnungen der Löslichkeit bezogenen Werte einerseits der Diagramme in den Abbildungen 5 und 6, und andererseits der Kurven der Abbildungen 3 und 4, so stellt

sich der interessante Zusammensetzung heraus, dass die Löslichkeit der natürlichen Kalkgesteine sowohl bei den magnesiumfreien, als auch den magnesiumkarbonathaltigen Gesteinsproben wesentlich höher ist, als die Löslichkeit pro Anal. des Pulvergemenges von Kalziumkarbonat, bzw. von Kalziumkarbonat-Magnesiumkarbonat. Dieser überraschende Umstand kann nur auf zweierlei Arten erklärt werden. Entweder müssen wir daran denken, dass die nicht karbonathaltigen Unreinigkeiten der natür-

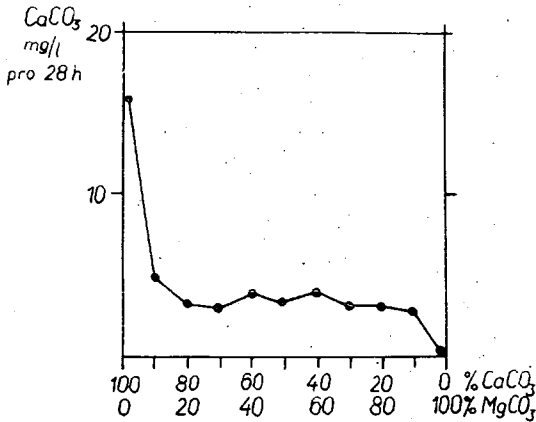


Abbildung 5. Die 28 stündige Löslichkeit der Gemenge in unterschiedlicher Proportion pro Anal. von CaCO_3 und MgCO_3 in dem mit p CO_2 gesättigten Wasser bei Zimmertemperatur, nach den an der Abszisse angegebenen Gemenge-Proportionen (nach GERSTENHAUER—PFEFFER).

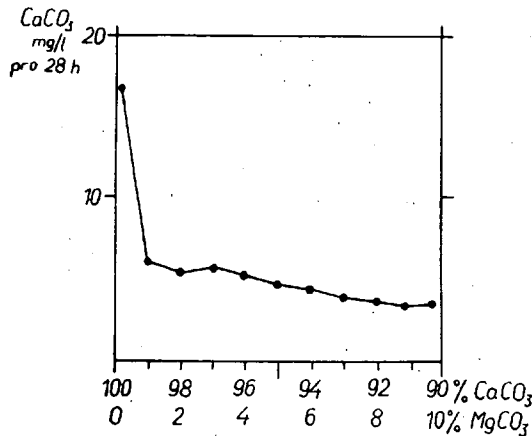


Abbildung 6. Die 28 stündige Löslichkeit der Gemenge von pro Anal. CaCO_3 90—100% und MgCO_3 0—10% in dem mit p CO_2 gesättigten Wasser bei Zimmertemperatur, nach den an der Abszisse angegebenen Mischungsproportionen (nach GERSTENHAUER—PFEFFER).

lichen Kalkgesteine die Löslichkeit des Gesteins günstig beeinflussen, oder aber daran, dass sich in dieser Erscheinung die Wirkungsergebnis der kristall- und gefügestrukturellen Eigenart der natürlichen Gesteine widerspiegelt.

Hinsichtlich der objektiven Beurteilbarkeit der Verkarstungsvorgänge ist es gar nicht gleichgültig, ob dieses Problem bereits auf Grund unserer gegenwärtigen Kenntnisse zu entscheiden ist. Deshalb haben wir von den GERSTENHAUER'schen Analysendaten die nichtkarbonatigen Unreinigkeitsmengen der 46 Kalksteinproben errechnet und diese Werte — im Vergleich mit den Lösungsergebnissen von 28 Stunden — einmal in die entsprechende Kolonne der Tabelle 2 eingetragen, zum anderen in Abbildung 7 auch graphisch dargestellt.

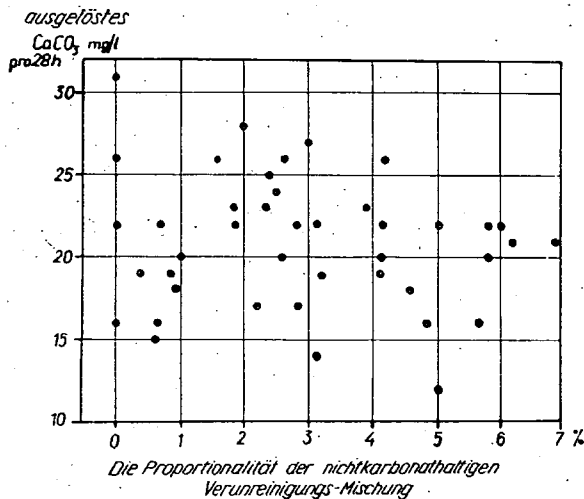


Abbildung 7. Zusammenhang der nicht-karbonatig-mineralischen Unreinigkeiten der Kalkgesteine mit dem Ausmass der 28 stündigen Kalksteinlösung. Es ist zu bezeichnen, dass die Punkte der Proben mit Nummern 2, 7, 11 und 30 im Diagramm fehlen, da deren Streuung vom dargestellten Koordinatenfeld sehr weitab, draussen gelegen ist (aus den Daten von GERSTENHAUER—PFEFFER berechnet, original redigiert).

Die sehr starke Streuung der Punkte in Abb. 7 beweist, dass die Löslichkeit des Kalkgesteins in erster Linie *nicht* mit der Menge der karbonatfremden Gemengteilen in kausalem Zusammenhang steht. Was also die Ursache des aus dem Magnesiumverhältnis nicht deutbaren Löslichkeitsgrades und der anderen Lösungs-Spezifika anbelangt; tritt die andere Klärung, d. h. die Wirkung der Merkmale der Gestein- und Kristallstruktur in den Vordergrund.

Dass man wirklich — wenigstens die Grössenordnung der Wirkung betreffend — die Ursache der Erscheinung in diesen Umständen zu suchen hat, kann auch von einer anderen Seite her bestätigt werden:

Die Gesteinsproben Nr. 34, 35 und 45 von GERSTENHAUER enthalten kein unreinigendes Mineral, sondern das Kalkgestein wird ausschliesslich aus CaCO_3 und zum kleineren Teil aus MgCO_3 gestaltet. Die Löslichkeit dieser vier Gesteine kann also nur durch das Verhältnis $\text{Ca} : \text{Mg}$ des Gesteins, sowie durch ihren kristallinen und gesteinsgefügen Charakter beeinflusst werden. Wenn nämlich die letzteren keine Rolle spielten, sollten die Löslichkeitspunkte der Gesteinsproben auf die Diagrammkurve der Abb. 6. fallen. Dagegen wird die tatsächliche Lage durch die von uns umrissene Abb. 8. erschlossen.

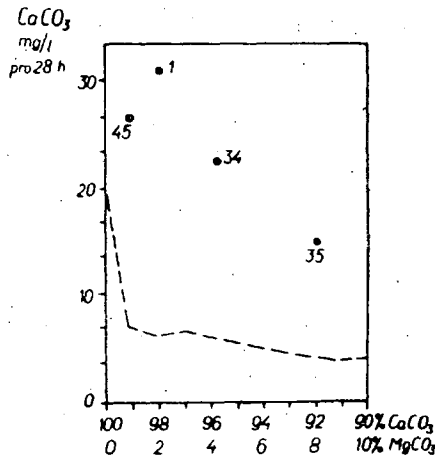


Abbildung 8. Die 28 stündige Löslichkeit der nur aus CaCO_3 und MgCO_3 Komponenten bestehenden Gesteinsproben in dem mit p CO_2 gesättigten Wasser bei Zimmertemperatur je nach den an der Abszisse angegebenen Gemengeverhältnissen. Gestrichelt haben wir zum Vergleichszweck die Löslichkeitskurve der pro Anal. Gemisches bezeichnet (original).

In unserem Koordinatensystem kann die objektive Lage der dargestellten vier Punkte nicht mehr durch die chemische Zusammensetzung der Gesteine gedeutet werden und deshalb können wir auf Grund der eigenartigen Anordnung der Punkte die Ursache des erfahrenen Löslichkeitsgrades betreffend nach dem Stand unseres heutigen Wissens wirklich nur an die bereits erwähnten lithostrukturellen Eigenschaften denken.

Der Einfluss der kristallographischen und gesteinsstrukturellen Eigenarten des Kalkgesteins auf die Karstkorrosion

Es versteht sich von selbst, dass die im Laufe der Laboruntersuchungen erhaltenen Ergebnisse in ihrer absoluten Grössenordnung auf die Natur nicht angewandt werden können, weil dabei mit der Interferenz

der die Verkarstung bestimmenden sämtlichen Faktoren gerechnet werden muss. Aber ebenso ist es auch wahr, dass die im Labor erfassbaren Tendenzen und Beziehungen auch unter natürlichen Bedingungen vorhanden sind und wirken. Deswegen kann jeder statistische Vergleich, der die Ergebnisse der laboratorischen Löslichkeitsuntersuchungen der Gesteine mit den auf das Gefüge, die Struktur bezogenen Eigenschaften derselben Gesteine vergleicht, ebenso nützlich sein und ebenso zur Erkenntnis der auf die Dynamik der Karstkorrosion objektiv wirkenden Gesetzmässigkeiten führen, wie die Forschung des Zusammenhanges zwischen der chemischen Zusammensetzung und dem Löslichkeitsgrad.

Aus dieser Überlegung ausgegangen soll die Initiative von GERSTENHAUER und PFEFFER hoch geschätzt werden, die die bereits früher angenommenen Zusammenhänge zwischen den strukturellen Eigenschaften des Gesteins und dem Löslichkeitsgrad durch konkrete experimentelle Laboruntersuchungen genau angaben.

Zunächst haben sie von den bereits erwähnten 46 Arten von Kalkgesteinen Dünnschliffe angefertigt und die Gefügemerkmale der Proben durch mikroskopische Analyse festgelegt, dann die karbonat-mineralogische Zusammensetzung des Gesteins durch selektive Färbemethodik ermittelt. Dabei ist es zu erwähnen, dass die chemische Substanz allein die mineralogische Zusammensetzung nicht bedingt. Der Magnesiumgehalt kann nämlich in den Kalkgesteinen grundsätzlich in drei verschiedenen mineralogischen Formen vorhanden sein:

1. Er ist sehr häufig im Innern des Kalzits in disperser Anordnung eingebaut und in diesen Fällen kann seine Anwesenheit durch gefügekundliche und kristallographische Untersuchungsmethoden nicht nachgewiesen werden. Wir müssen bei diesen Kalksteinen wahrscheinlich an den Einbau mit syngenetischer Gitterstruktur denken. Das Mineral als Hauptbestandteil eines solchen Gesteins nennen wir deshalb *Mg-Kalzit*.

2. Der Mg-Gehalt kann in Form von Dolomit (einzelne Kristallkörner oder Ader) vorhanden sein (Zeichen der postgenetischen Mg-Einführung), ferner

3. in Form von Magnesit.

Über die Analysen nach den vorangehenden Gesichtspunkten hinaus haben sie die glattgeschliffene Flächen der Kalksteine der Einwirkung von dünner Salzsäure ausgesetzt und nach Ablauf einer gewissen Zeit die subjektive Tastempfindung der geätzten Fläche festgelegt (sehr glatt, glatt, rau, sehr rau), dann nach weiteren Ätzung die mikromorphologischen Zustandsmerkmale der korrosiven Gesteinsoberfläche bestimmt (ebene, wellige, karrenfeldartige Fläche, Relief mit Dolinen, an Kratergebiet erinnernd, manchmal turmartig, zackig gegliedert).

Die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen sind in den Kolonnen II—XI. der Tabelle 3 zusammengefasst. In der Kolonne XII. der Tabelle sind die Ergebnisse der 28 stündigen Lösung angegeben, damit so die einzelnen Eigenschaften und der tatsächliche Korrosionsgrad übersichtlich vergleichbar werden.

Die Angaben der Tabelle sind in vielfacher Annäherung zu bewerten. Wie aber immer die Annäherung sei, muss mit dem Umstand gerechnet werden, dass die Lösungskraft nicht durch eine oder andere Gesteinsbeschaffenheit aktiviert wird, sondern sie ist das komplexe Ergebnis der gesamten Wirkungsfaktoren des physischen Zustandes und der chemischen Zusammensetzung. In dem nur theoretisch möglichen Falle, wenn z. B. alle von uns untersuchten Kalkgesteine die genau gleiche chemische und mineralogische Zusammensetzung hätten, könnten wir die Unterschiede des Korrosionsgrades natürlich schon als Zeichen der entsprechenden Folge der Gefügebeschaffenheit bewerten und da wäre die Werthöhe des Wirkungsgrades sogar in der genauen numerischen Größenordnung definierbar. Da es aber in der Natur ebensowenig 46, wie nicht einmal zwei Kalkgesteine von gleicher chemischen und mineralogischen Zusammensetzung gibt, so können wir wohl auch mit Hilfe der Tabelle 3 nur bis zu den beim statistischen Vergleich erkennbaren annähernden Tendenzen gelangen.

So weit können wir doch wirklich kommen. Denn z. B. vergleichen wir ja in je grösser Anzahl den Mittelwert der spezifischen Lösungen von gleichen Gefüge-Eigenschaften mit dem Mittelwert von gleichwohl je mehr Lösungsgruppen der Gesteine von anderen strukturellen Merkmalen, mit desto mehr Recht können wir darauf vertrauen, dass der erhaltene Unterschied tatsächlich die Widerspiegelung der gefügekundlichen Wirkungen ist. Beim statistischen Vergleich von zahlreichen Proben werden nämlich die Wirkungen der starken spezifischen (z. B. die chemische Zusammensetzung betreffenden) Unterschiede beseitigt und auch die gesuchten schwächeren Wirkungsbeziehungen setzen sich ausdrücklich durch.

Infolge der oben Gesagten haben wir von der unübersichtbaren Einzeldarstellungsmethode von GERSTENHAUER abgewichen (Diagramme VII—X. des angeführten Werkes) und die in Tabelle 3 zusammengefassten Ergebnisse haben wir in der die objektiven Tendenzen mehr durchsetzenden statistischen Bearbeitung zum Ausdruck gebracht (Abb. 9 und 10). Die durch je 28 stündige Lösungen erhaltenen mg/l Wertzahlen der aufgrund der gleichen Eigenschaften in eine Gruppe einreihbaren Gesteinsproben addiert, und die so erhaltene Summe durch die Zahl der Proben geteilt, haben wir die für die Gruppen bezeichnenden durchschnittlichen Löslichkeitsniveaus erhalten, die in unseren Abbildungen die Höhe der Diagrammkolonnen der einzelnen gesteinskundlichen Merkmale bedingen.

Obwohl zur Abfassung der allgemeinen Gesetzmässigkeit und insbesondere zur Erwägung ihrer Rolle in der Größenordnung derartiger Folgerungen viel mehr Untersuchungsmaterial erforderlich wäre, genügt doch nach unserer Meinung bereits diese Beobachtungsreihe zur Erkennung der wichtigsten Tendenzen, die im folgenden konkretisiert werden können:

Der gefügekundliche Aufbau der Kalksteine steht mit dem Löslichkeitsgrad in enger Verbindung. *Die Kalksteine von dichter, homogener Konsistenz, die specksteinförmig aussehen und muschelrig brechen, lösen*

TABELLE 3

*Gefügekundliche und mineralogische Merkmale unterschiedlicher Kalksteine
und der Löslichkeitsgrad*

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1. de	0,20—0,25 (0,35)	—	nf	nf	s	s	4	—	—	3	31
2. p	nf	0,20—0,25 (1,50)	—	—	s	m	4	—	—	3	18
3. p	nf	0,05—0,10	bis 1,50	ns	l	4	2	—	—	—	20
4. t	nf	—	—	s	l	4	2	—	—	—	24
5. tf	nf	—	0,10—0,25	é	k	—	4	2	—	—	26
6. pe	nf	0,25—0,40	0,05—0,06	s	s	4	2	—	2	—	25
7. p	nf	0,05—0,30	—	é	s	4	2	—	—	—	41
8. p	nf	0,05	—	ns	m	4	3	—	—	3	27
9. tt	nf	0,50—1,00	—	0,10—0,25 (0,50)	ns	l	4	2	—	—	23
10. sz	0,15—0,25	—	—	—	né	s	4	2	—	—	23
11. t	nf	—	—	—	s	d	4	—	3	3	22
12. sz	0,20—0,25 (0,75)	—	—	—	né	t	4	—	3	3	26
13. p	nf	0,15—0,20 0,50—1,50	—	—	s	k	4	3	—	3	22
14. p	nf	0,25—0,50	nf	—	é	s	4	3	—	3	19
15. pe	nf	0,05	nf	—	s	l	4	3	—	—	18
16. sz	0,10—0,15	—	—	—	né	t	4	4	—	—	26
17. sz	0,20—0,25 0,75—1,25	—	—	—	né	et	1	4	—	—	22
18. p	nf	0,20—0,50	—	—	s	s	4	2	—	—	20
19. pe	nf	0,10—0,15	0,25	—	ns	m	4	3	1	3	16
20. sz	0,50—1,50	—	—	—	ns	s	4	—	—	3	19
21. sz	0,20	—	—	—	né	s	4	3	—	—	16
22. p	nf	0,40—0,50	—	—	s	s	4	3	—	—	21
23. pf	nf	0,05	0,40—0,50	—	ns	l	4	3	—	—	17
24. p	nf	0,15—0,20	—	—	s	s	4	3	—	—	17
25. sz	0,05—0,10	—	—	—	né	l	2	4	1	—	28
26. p	nf	0,25—0,50 (1,00)	—	—	s	m	4	—	—	3	22
27. sz	0,05—0,10	—	—	—	né	s	—	4	1	3	18
28. sz	0,40—1,10	—	—	—	né	t	4	—	—	3	15
29. p	nf	0,20—1,20	—	—	ns	m	4	2	—	—	19
30. sz	0,05—0,10	—	—	—	é	s	—	4	1	—	40
31. p	nf	0,25—0,50	—	—	ns	m	4	3	—	—	23
32. p	nf	0,05—0,10 0,35—0,50	—	—	né	s	4	3	—	3	16
33. p	nf	0,15—0,25	—	—	s	l	4	3	—	—	20
34. sz	0,25—1,25	—	—	—	né	s	4	4	—	—	22
35. p	nf	0,20—0,30	—	—	s	l	4	2	—	2	16
36. t	nf	—	—	—	s	s	4	—	3	3	21
37. t	nf	—	—	—	é	l	4	2	—	—	20
38. te	nf	—	—	0,25	s	l	4	2	—	—	22
39. sz	0,15—0,25	—	—	—	né	t	4	2	—	2	22
40. p	nf	0,10—0,15	—	—	ns	m	4	2	—	—	14
41. t	nf	—	—	—	s	s	4	2	—	—	12
42. p	nf	0,25—0,50 (1,50)	—	—	s	t	4	3	—	3	22

sich wesentlich schwieriger auf, als diejenigen Kalksteine, die von kristallkörniger Struktur sind (Diagramme 5 und 6 der Abbildung 9). Es ist wahrscheinlich, dass die Ursache dieser Erscheinung in den Angriffsflächen unterschiedlicher Grösse der Gesteine zu sehen ist, da ein glatter,

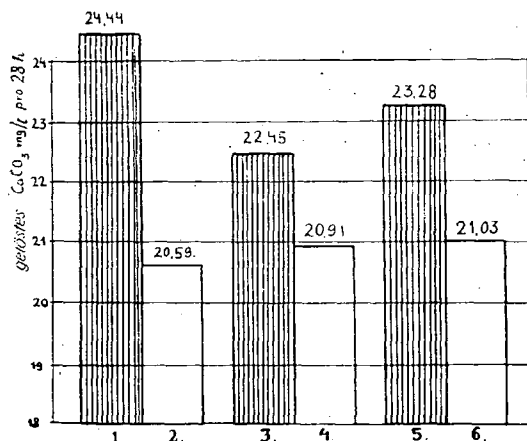


Abbildung 9. Zusammenhang der gefügekundlichen Eigenschaften des Kalkgesteins mit der Löslichkeit. Der 28 stündige Löslichkeitsgrad ist im Durchschnitt der Einzellöslichkeit der Gesteinsproben gleicher Beschaffenheit angegeben (aus den Angaben von GERSTENHAUER—PFEFFER original redigiert).

Legende:

1. Die durch dünne Salzsäure geätzte Fläche ist von rauher oder sehr rauher Tastempfindung.
2. Die durch Ätzung mit dünner Salzsäure erhaltene Fläche ist von glatter oder sehr glatter Tastempfindung.
3. An der mit dünner Salzsäure geätzten Gesteinsplatte erschienen gezackte Türmchen, spitzenartige Dörner oder krater- und dolinenförmige Eintiefungen.
4. An der mit dünner Salzsäure geätzten Gesteinsplatte gibt es entweder keine Mikroformen oder es sind Rücken und Flachmulden nur mit sanftem Relief, geringer Reliefenergie, gelegentlich sind karrenförmige Rinnenanfänge bemerkbar.
5. Das Gefüge des Gesteins ist kristallkörnig, grob kristallin, gelegentlich geadert.
6. Das Gefüge des Gesteins ist entweder völlig dicht, homogen oder es liegen in der dichten Grundmasse disperse Einzelkristalle (porphyrisches Gefüge), gelegentlich können auch Adern, Drusen oder kleine Kristallinseln beobachtet werden.

muscheliger, dichter Kalkstein eine geringere Lösungsfläche dem Wasser darbietet (Diagramme 1 und 2 der Abbildung 9). Der kristallkörnige Kalkstein hat nämlich eine rauhere Bruchfläche als der Kalkstein mit dichtem Gefüge, denn beim Bruch geht die Auseinandersetzung zumeist an den Kontaktflächen der Einzelkristalle vor sich, hinsichtlich dessen, dass die Adhensionskraft beim Aneinanderhaften der Körner geringfügiger

ist, als das gitterstrukturelle Zusammenhalten des Kristalls. Im Laufe der Lösung nimmt dann die Fläche noch weiter zu, da im korrosiven Abschnitt an den einzelnen Kristallflächen weitere kleine Eintiefungen und Aufwölbungen, die sogenannten *Ätzgruben und -hügel* in Erscheinung treten (Diagramme 3 und 4 der Abbildung 9).

Von zwei die gleiche Menge von Magnesiumkarbonat enthaltenden Kalksteinen wird also — falls kein anderer störender Faktor mitwirkt — derjenige eine Karstkorrosion von erheblicherer Dynamik haben, der einen höheren Kristallisierungsgrad hat.

In den in Abbildung 10 dargelegten Diagrammen haben wir die Formgeprägen der mineralischen Erscheinung des Kalzium- und Mag-

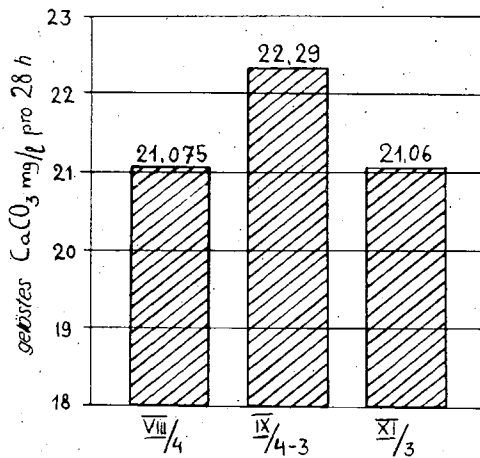


Abbildung 10. Die Einwirkung der mineralischen Anordnung des Kalziumkarbonat- und Magnesiumkarbonatgehaltes der Kalkgesteine auf die Löslichkeit. Der 28. stündige Löslichkeitsgrad ist im Durchschnitt der einzelnen Löslichkeiten der Gesteinsproben mit gleicher mineralogischen Kennzeichnung angegeben (aus den Angaben von GERSTENHAUER—PFEFFER original redigiert).

Legende:

VIII/4

= Das die Mehrheit des Gesteins gestaltende Hauptmineral ist der reine Kalzit, und der Gehalt an Mg-Karbonat lokalisiert sich hauptsächlich auf das Vorkommen in Einzelkristallen oder Adern.

IX/4—3

= Das den Grossteil oder den bedeutenden Anteil gestaltende Mineral ist der Mg-Kalzit, d. h. der bedeutende Teil des Mg-Karbonatgehaltes des Kalkgesteins ist in der im Kristallgitter des Kalzits eingebauten Form anwesend.

XI/3

= Der bedeutende Teil des Mg-Karbonatgehaltes des Gesteins ist in Form von Dolomitkristallen oder Dolomita- dern zwischen den Gefügen vorhanden.

nesiumkarbonatgehalts der Gesteine mit dem Löslichkeitsniveau verglichen. Aus der statistischen Bearbeitung ergibt sich als eine schwach auftretende Tendenz der interessante Zusammenhang, dass *der Magnesiumgehalt des Gesteins die Lösung des Kalksteins weniger hindert, wenn er nicht in Form von Dolomit oder Magnesit anwesend ist, sondern als disperses Kristallgefüge in der Gitterstruktur des Kalzits eingebaut ist.* Den letzteren Wirkungszusammenhang können wir aber solange noch nur voraussetzlich annehmen, bis seine Objektivität durch eine viel grössere Anzahl von Untersuchungsmaterial bestätigt wird.

Wir müssen wiederholt betonen, dass die Analyse von den Bedingungen der Petrovarianz der Verkarstung keine leichte Aufgabe ist, da es in der Natur gleichzeitig zahlreiche petrographische Faktoren Wirken, und ein Teil dieser fördert, der andere verlangsamt den Lösungsprozess in negativer Richtung. In den meisten Fällen kommt die eine oder die andere Wirkung wegen der eigenartigen lokalen Umstände vorherrschend zum Ausdruck, die Löslichkeit ist aber in letzter Reihe die komplexe vektorielle Resultante von vielen Varietäten der Faktoren.

Die Frage ist übrigens um so komplizierter, weil die in der Natur vorhandenen gesamten Wirkungsseiten der Petrovarianz noch immer nicht in Betracht genommen wurden. Die Übersicht der übriggebliebenen ist die Zielsetzung unseres folgenden Kapitels.

Der Einfluss der stratigraphischen und strukturellen Merkmale des Kalksteins auf die Karstkorrosion

Hinsichtlich der Bestimmung des Ausmasses der Korrosionsdynamik sind die strukturellen und stratigraphischen Eigenschaften der Kalksteine von ausschlaggebender Bedeutung. Zu dieser Kategorie zählen wir den Schichtungsgrad des Gesteins und die Beschaffenheit des die Schichtfugen ergebenden Materialwechsels oder des Sediment hiatus im Laufe der Ablagerung, ferner das Klüftigkeitsmass der Gesteine und den damit zusammenhängenden Permeabilitätsgrad, sowie die Eigenschaften der Standhaftigkeit des Kalkgesteins.

Es kann nicht bestritten werden, dass die obigen Merkmale das Gestein sozusagen prädestinieren, die Ausbildung der einen oder anderen Formengruppe in den Vordergrund zu rücken. So hat z. B. schon MARTEL (1908) mit Recht bemerkt, dass die Rinnenkarrenbildung an den dünnbänkigen und steil geschichteten Kalksteinoberflächen viel auffälliger ist, als in den aus dickbänkigen und ungestört gelagerten Schichten aufgebauten Geländen. Dazu kann aber noch hinzugefügt werden, dass das Vorkommen der Wurzelkarren, die bekanntlich an den mächtigen, massiv gelagerten, wenig geschichteten Gesteinen sehr charakteristische Lösungsmikroformen sind, an den plattigen, stark geschichteten Kalksteinen fast ausgeschlossen ist. Übrigens werden wir im späteren die Gültigkeit der vorstehenden Aussage noch an mehreren Beispielen untersuchen.

Einer der wichtigsten, in der qualitativen Erfassung der Verkarstung eine bedeutende Rolle spielenden strukturellen Faktoren ist das Ausmass der *Kluftporosität des Gesteinsgefüges*.

Bei den Kalkgesteinen mit dichtem, homogenem Gefüge kann es über Kluftporosität wenig gesprochen werden, doch kaum mehr verfügen die kristallkörnigen Gesteine darüber. Das hängt wahrscheinlich mit der Verdichtung des Kalkschlammes bei der Diagenese, bzw. im Falle der kristallkörnigen Gefüge mit der die Umkristallisierung bewirkenden Kompaktion bei der durch grosse Druck- und Hitzewirkungen hervorgerufenen Metamorphose zusammen (POLOWINKINA 1948).

Andererseits sind die bergmännischen Erfahrungen unter dem Karstwasserniveau beachtenswert, die darüber berichten, dass sogar die dichtesten und sozusagen keine Kluftporosität besitzenden Kalksteine vermögen, das unter Druck stehende Wasser in ihrem Gefüge durchzulassen. So schreibt z. B. KASSAI (1948, S. 33): „Im Kohlenbecken von Esztergom ist das Kalkgestein unter dem wassergefährdeten Niveau um ein Gutes feuchter als die Bergfeuchte ist. Aus dem anscheinend völlig dichten Kalkgestein bekommt man triefendes Wasser und um so mehr, je tiefer man sich unter dem wassergefährlichen Niveau befindet, d. h. je grösser der hydrostatische Druck ist.“

Diese letztere Beobachtung, die zum Schein den Ergebnissen der petrographischen Gefügeuntersuchungen und Trockenproben widerspricht, ist zweifellos objektiv und angebracht. Bis auf heute ist es aber nicht beruhigend entschieden, welcher Anteil bei der im Falle des bergbaulichen Beispiels bezeichneten Wasserführung im Gesteinsgefüge tatsächlich der Gesteinsporosität zutrifft und welcher der verheilten Mikroklüftung des Kalksteins, womit man ebenso rechnen soll, und zwar bei den meisten Kalksteinen schon fast von der letzten Phase des Prozesses der Diagenese an.

Die Frage der Gesteinsporosität kann sonst auch nicht schematisch behandelt werden. Die Gestaltung der relativen Porositätslosigkeit ist nämlich bis zu einem gewissen Grade eine mit der geologischen Zeit zusammenhängende Frage. Namentlich kann man nachweisen (CAYEUX 1935), dass die Kalksteine um so dichter erscheinen, je älter sie im geologischen Sinne sind. Bei den Kalksteinen ganz jungen Alters (Ende Tertiär, Quartär) können noch erhebliche Kluft Räume zwischen den Gefügen vorhanden sein. So beträgt z. B. die Porosität des Sarmata-Kalksteins in Mittel-Europa im allgemeinen 1—7%, während die davon noch jüngeren Süsswasserkalksteine (Kalktuffe, Wiesenalksteine usw.) sogar die Werte von 10—20% überschreiten können (PIA 1933).

Die Folge des kompakten, dichten Gefüges vor allem der älteren Kalksteine ist die *Bildung von Rissen, Brüchen* — im allgemeinen die *Gestaltung des Lithoklasennetzes*. Wegen der Kompaktheit verhält sich nämlich der Kalkstein als ein starres, sprödes Material gegenüber den auf ihn wirkenden Beanspruchungen, und kann sich ihnen nicht einmal durch die kleinste Deformation anpassen (SCHMIDT 1953, 1957).

Auch die bei den einzelnen Aufschlüssen beobachtbaren, stark gefalteten Kalksteine (z. B. im Mecsekgebirge) konnten sich nur in tausend Stücke zerkleinert der tektonischen Beanspruchung anpassen, und des-

halb sind diese Schichten mehr oder weniger immer krümmelig. Und wenn sie von kontinuierlicher Konsistenz sind, so ist das schon das Ergebnis eines postgenetischen Zementationsvorganges.

POLOWINKINA betont (1948), dass der Kalkstein in der Erdrinde zu allen Zeiten von physischen Beanspruchungen (orogenetischem und stratigraphischem Druck, tektonischen Einwirkungen) betroffen wird, unter deren Wirkung eine starke Mikroklüftung gestaltet wird. Seine Untersuchungen zeigen, je weniger der Kalkstein umkristallisiertes Gefüge hat, desto grösser ist das Ausmass seiner Klüftung. Das bedeutet mit anderen Worten, dass die nachträgliche Umkristallisierung die Sprödhheit des Gesteins gewissermassen vermindert. Wir verweisen dabei auf die ausgezeichnete Translation der Kalzitkristalle (MAURITZ-VENDL 1942).

Der Grad der im Kalkstein zustande gekommenen strukturellen Klüftung ist die wichtigste Voraussetzung der *Wasserdurchlässigkeit* des Gesteins. Die Folge davon ist nämlich die Tatsache, dass sich auch die porositätsfreien Kalksteine fast immer *als gutes wasserdurchlässiges Gestein* (permeable Schicht) verhalten.

Nach CAYEUX (1935) haben wir die strukturelle Klüftigkeit von mehreren hundert Kalksteinen verschiedenen geologischen Alters und aus unterschiedlichen Entnahmestellen herrührend untersucht und den interessanten Zusammenhang erfahren, dass die aus der Menge der Mikro-Lithoklassen sich ergebende Wasserdurchlässigkeit der Gesteine unter anderem *vom geologischen Zeitalter abhängig* ist. Wir haben in den Kalkverbänden von paläozoischer Ablagerung die grösste Anzahl struktureller Klüfte (je nach Flächeneinheit 36) gefunden, weniger zahlreiche in den aus dem Mesozoikum stammenden Kalksteinen (je nach Flächeneinheit 6—20), und in den tertiären Kalksteinen die wenigsten (je nach Flächeneinheit 1—8). In den quartären (pleistozänen und holozänen) Kalktuffen gibt es hingegen entweder keine solchen strukturellen Haarrisse oder sie kommen nur stellenweise vor. Das ist sonst auch natürlich, wenn man daran denkt, dass das jüngere Gestein von geringerer tektonischer und anderer Beanspruchung betroffen werden konnte.

Zu gleicher Zeit ist es auch beachtenswert, dass die strukturellen Klüfte der aus dem Karbon oder noch älteren Zeiten stammenden Kalkgesteine mit Kalzitablagerungen oft kräftig zusammenzementiert sind und deshalb deren Porenvolumen und damit auch ihre Wasserführungskapazität von sehr reduziertem Wert sind.

Die Zusammenhänge des geologischen Zeitalters und der Wasserführungskapazität der Kalksteine, bzw. der offenen und geschlossenen strukturellen Klüftigkeitsziffern werden in Abbildung 11 veranschaulicht.

Das Ausmass der Permeabilität des Kalksteins ist eine der grundlegendsten Voraussetzungen des Verkarstungsprozesses. Anhand des Diagramms finden wir das am ausdrücklichsten bei den im Quartär entstandenen Kalksteinen, bei denen aber der Höchstwert der Wasserführungskapazität nicht mit den strukturellen Klüften des Gesteins, sondern mit der erheblichen Gefügeporosität und mit den lockeren und vielfach erdigen Festigkeits- und Aggregatzustandseigenschaften zusammenhängt. Die Höchstwerte der offenen Klüfte der Kalksteine und ihrer daraus folgen-

den Wasserführungs- und Wasserspeicherkapazität treten daher bei den aus dem mesozoischen Zeitalter stammenden Gesteinen in Erscheinung und wenn wir den zur Karstbildung nötigen Faktor Zeit auch beachten, so wird auf Grund der oben Gesagten verständlich, dass die Kalksteine aus der Trias-, Jura- und Kreidezeit am häufigsten die auffälligsten Spuren des Verkarstungsprozesses aufweisen.

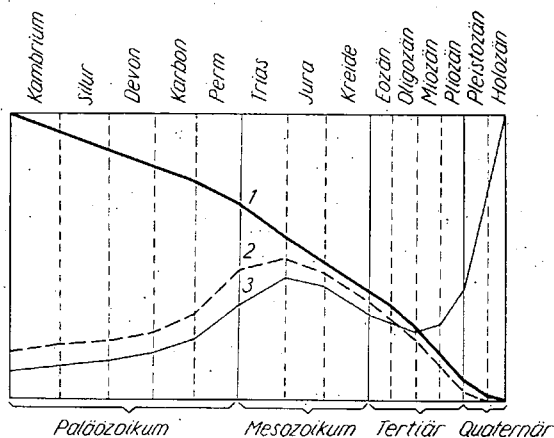


Abbildung 11. Zusammenhänge der geologischen Zeitalter und der Wasserdurchlässigkeit der Kalkgesteine, bzw. des Ausmasses ihrer offenen und geschlossenen strukturellen Klüftigkeit (original).

Das zweite Kriterium der Wasserführungskapazität der Kalkgesteine ist *Ausmass und Charakter der Schichtung* des Gesteins. Je ausgesprochener die Schichtung eines Kalksteinverbandes ist und je dichter darin die *Absonderungen an den Schichtfugen* sind, desto stärker tritt die *an den Schichtflächen verlaufende Wasserführung* in den Vordergrund. Da aber die Schichtung der Kalkgesteine im allgemeinen mit dem *Materialwechsel der Ablagerung* im Zusammenhang steht (Pelitbildung in grösserem Masse), machen die Absonderungen an den Schichtfugen gerade diejenigen Flächenebenen des Gesteins für die absickernden Wässer zugänglich, wo das Gestein am meisten unrein ist. So werden bei der Wasserführung solcher Art einerseits die Lösungsbedingungen ungünstiger, andererseits aber geht auch die Anhäufung der Lösungsrückstände in höherem Masse vor sich, was die Füllung der Klüfte fördert. Es ist offensichtlich, dass diese Umstände in grossem Masse mit der Erfahrungserscheinung zusammenhängt, nach welcher die *Verkarstungsbedingungen der kräftig geschichteten und an der Schichtfugenebene leicht trennbaren Kalkgesteinsarten nachteiliger sind, als die der ungeschichteten, grobbänkigen, homogenen Kalkgesteine*.

Die Gewölbedurchmesser der möglichst grossen Hohlräume im Gestein, sowie der morphologische Grundcharakter der sich gestaltenden

Täler und Höhlengänge werden nicht in letzter Reihe durch die *Standhaftigkeit* des Kalkgesteins bedingt. Die Standhaftigkeit selbst steht ebensowohl in engem Zusammenhang mit der Schichtung und der verheilten strukturellen Klüftung des Gesteins, sowie mit den Kristallisierungs- und anderen Eigenschaften des Gefüges. Natürlich auch mit dem Grad der Verkarstung, die aber schon eine sekundäre Eigenschaft ist.

Im allgemeinen können wir aussagen, dass die völlig kompakten, homogenen, wenig oder nicht geschichteten, reinen Kalkgesteine mit geringen offenen strukturellen Mikroklüften in höchstem Masse standhaftig sind. Am geringsten standhaftig sind dagegen die lockeren Kalkstuffsedimente, sowie die stark geschichteten und entlang der Schichtfugen fremde (insbesondere tonige) Schichtbänder enthaltenden Kalkgesteine.

Literaturverzeichnis

- Bögli, A. (1963): Höhlenkarren — Akten III. Intern. Kongr. f. Speläologie, Bd. 2. Wien, 1963.
- Bulla, B. (1954): A klimatikus morfológia területi rendszere. (Räumliches System der klimatischen Morphologie) — MTA Társ.-Tört. Tud. Oszt. Közl. 1954. 1—4.
- Cayeux, L. (1935): Roches, Carbonates, Calcaires et Dolomites — Paris, 1935.
- Cholnoky, J. (1928): A földfelszín formáinak ismerete. (Die Kenntnis der Oberflächenformen der Erde) Budapest, 1928.
- Cholnoky, J. (1932): A mészkőhegységek földrajzi jellemvonása. (Der geographische Charakter der Kalksteingebirge) — Földgömb, 1932.
- Cholnoky, J. (1939): A mészkővidék arculata. (Das Gesicht des Kalksteingebietes) — Barlangvilág, 1939.
- Gánti, T. (1957): A barlangok keletkezésének kémiai vonatkozásai. (Chemische Beziehungen der Entstehung der Höhlen) — Hidr. Közl. 1957. 3.
- Gerstenhauer—Pfeffer (1966): Beiträge zur Frage der Lösungsfreudigkeit von Kalkgesteinen — Abhandl. zur Karst — u. Höhlenkunde, Heft 2. 1966. München.
- Grund, A. (1914): Der geographische Zyklus im Karst — Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin.
- Kassai, F. (1948): Paleogén szénbányászatunk, a karsztvíz és a védekezés módjai. (Paläogener Kohlenbergbau, das Karstwasser und die Arten der Verteidigung) — Hidr. Közl. 1948. 1—4.
- Kettner, R. (1959): Allgemeine Geologie — Berlin, 1959.
- Kukla—Lozek (1958): Zum Problem der Höhlenfüllungen — Cs. Kras XI. Praha, 1958.
- Lais, R. (1941): Über Höhlensedimente — Quartär, 1941. 3.
- Louis, H. (1964): Allgemeine Geomorphologie — Berlin, II. Auflage, 1964.
- Markó, L. (1961): A kalciumkarbonát és magnéziumkarbonát elegyek oldhatósága vízben széndioxid jelenlétében. (Die Löslichkeit der Kalziumkarbonát- und Magnesiumkarbonat-Gemenge im Wasser in Anwesenheit von Kohlendioxid) — Karszt- és Barlangkutató, 1961. 1.
- Martell, E. A. (1908): L'évolution souterraine — Paris, 1908.
- Maull, O. (1958): Geomorphologie — Wien, 1958.
- Mauritz—Vendl (1942): Ásványtan (Mineralogie) — Budapest, 1942.
- Mándy, T. (1954): Mészkövek és dolomitok oldási vizsgálata (Untersuchung der Löslichkeit von Kalksteinen und Dolomiten) — Hidr. Közl. 1954. 11—12.
- Pia, J. (1933): Die rezenten Kalksteine — Berlin, 1933.
- Polowinkina, E. R. (1953): Strukturni gornih porod (Band II.) — Moskau—Leningrad, 1948.
- Schmidt, E. R. (1953): Karsztvízjáratok kialakulásának geomechanikája. (Geomechanik der Entstehung von Karstwassergängen) — MTA Közl. VIII. 1. 1953.
- Schmidt, E. R. (1957): Geomechanika — Budapest, 1957.
- Thornbury, W. D. (1956): Principles of geomorphology — New York—London, 1956.

BEITRAG ZU DEN HYDROGRAPHISCHEN PROBLEMEN DES WASSERBESTANDES UNTER DER ERDOBERFLÄCHE IM KOMITAT CSONGRÁD

VON

M. Andó

Als Wasserbestand unter der Erdoberfläche gilt jene Wassermenge, die zu einem gegebenen Zeitpunkt in den Poren oder Klüften der Schichten in Gestalt von Wasser oder Wasserdampf anwesend ist. Nicht hierher zu rechnen ist das chemisch gebundene Kristallwasser oder das in seine Komponenten zerfallene und das in irgendeiner Form gesteinsgebundene Wasser.

Die Leistung der im Bereich des Komitates Csongrád während der letzten Jahrzehnte reichlich Wasser liefernden artesischen Brunnen, der in der jüngsten Vergangenheit erschlossenen Thermalquellen sowie der im Laufe der gegenwärtigen Kohlenwasserstoff-Forschung entdeckten Hyperthermalquellen zeigt hydrographisch eine grosse naturgeographische Energie an. Dieser auch volkswirtschaftlich sehr bedeutsame Naturschatz hat sich im Laufe der Oberflächengestaltung im Gebiete des Komitates — infolge sedimentärkundlicher, struktureller und tektonischer Gegebenheiten — günstig entwickelt.

Bekanntlich ist das Wasser zu einem solchen Element der Natur geworden, das unsere Lebensumstände, die Entwicklung der Produktionskräfte und ihre territoriale Unterbringung entscheidend beeinflusst. Es ist ein wichtiger Rohstoff der landwirtschaftlichen Tätigkeit und ein unentbehrlicher biologischer Faktor. Die Haushaltung mit unserem Wasserbestand wird also zu einer wichtigen Frage der Wasserwirtschaft, nicht zuletzt aber auch seine Herkunft und die Möglichkeiten seines Ersatzes. Besonders wichtig ist es, den Ersatz des Wasserbestandes und das Volumen der Gewinnung ohne hydrologisches Gleichgewicht zu klären. Einer Klärung bedarf auch die Kontinuität der quantitativen Ausbeutbarkeit, die Qualität des produzierten Wassers und seine Eignung nach Verwendungsgesichtspunkten.

Eine vollwertige Aufarbeitung aller dieser Probleme würde den Rahmen dieser Studie überschreiten. Wir können vorwiegend bestrebt sein, aus der Gesamtheit unserer bisherigen Kenntnisse mit dem Studium der hydrographischen Gegebenheiten im Komitat Csongrád eine Hilfe für die Haushaltung mit dem zur Verfügung stehenden Wasser zu bieten.

Die in den Sedimenten des Komitates gespeicherte Wassermenge lässt sich nur schätzungsweise umreißen. Bei Annahme eines geothermischen Gefälles im Alföld erreicht das Wasser seinen kritischen Wärmegrad (375°C) theoretisch in 9000 m Tiefe. Nachdem als Wasserspeicher

nur der obere, zerklüftete Teil des den Boden des Alföld-Beckens aufbauenden alt-paläozoischen, metamorphen Grundgebirges in Betracht kommt, ist praktisch die Erreichung dieser Temperatur nicht wahrscheinlich. Es genügt daher, zur Bestimmung der unteren Grenze des unter der Erdoberfläche befindlichen (natürlichen) Wasserbestandes die Oberfläche des in ca. 3 km Tiefe Platz nehmenden Grundgesteins zu berücksichtigen.

Im Landesausmass sind zur Bestimmung des bisherigen Bestandes mehrere schätzungsweise Berechnungen vorgenommen worden: J. SÜMEGHY nimmt einen natürlichen Wasserbestand von 100 000 km³ und J. JUHÁSZ von 70 000 km³ an. J. BALLÓ schätzt allein den Bestand aus dem Pleistozän und der Levante auf rund 20 000 km³ und S. VITALIS auf 24 500 km³ (8). Diese Ergebnisse bedeuten im allgemeinen eine relative Schätzung des totalen Grundbestandes, wodurch in Kenntnis der Gebietsgrösse und der Porosität auch Bestandschätzungen für das Komitat Csongrád möglich werden.

Eine weitere wichtige Frage unserer Wasserwirtschaft ist *die Herkunft und der Ersatz des Bestandes*. Die gegenwärtigen summierbaren Fachmeinungen bzgl. dieser Frage divergieren in zwei Gruppen. *Nach der einen Auffassung gibt es für die in den tieferen Schichten des Alföld (unter 400 m) gestauten Schichtwässer keinen Nachschub*, demzufolge wäre der Bestand nur für einen gewissen Zeitraum gesichert. *Die andere grosse Gruppe der Experten vermutet einen Wasserersatz auch unterhalb dieser Tiefen.*

Zahlreiche Forscher, u. a. J. JUHÁSZ, I. BALLÓ und I. MIHALTZ, halten in Kenntnis der Sedimentstruktur einen Ersatz des Wassers in den tieferen Schichten für ausgeschlossen. Allerdings fügt MIHALTZ ergänzend hinzu, der Tiefenwasserbestand beschränke sich nicht lediglich auf die das Becken ausfüllenden Tertiär- und Quartärsedimente und es müsse eine grosse Wassermenge auch noch in den das Grundgebirge des Beckens bildenden Gesteinsspalten vorhanden sein. So haben z. B. auch die Spalten der in der Kreide und im paläogenen Tertiär als Gebirge emporragenden, aber bereits im neogenen Tertiär tief gesunkenen und von Meeresfluten bedeckten Gesteinsmassen und die porösen Kalkstein-Dolomitschichten viel Wasser verschlungen. Die verschluckte Wassermenge strömt auf die Wirkung des enormen Druckes gegenwärtig aufwärts, so den Wasserbestand des unteren Pannon nachfüllend.

Nach J. JUHÁSZ (9) werden pro Gebietseinheit wechselnd in 10—15 Prozent des Landes die oberflächennahen schichtwässer weitgehend ergänzt, während in den tieferen Schichten zwischen 200 und 400 m der Wassernachschub nur ein sehr beschränkter und unter 400 m gleich Null ist. Er erklärt dies damit, dass die mit wassergebenden Niveaus gespickte Schichtenreihe des oberen Pannon hier aufhört und darunter eine mehrere hundert Meter dicke, vorwiegend aus Ton und Mergel bestehende Schicht mit ausgezeichneter Wasserundurchlässigkeit folgt.

Nach A. RÓNAI (12) erhalten die Schichtwässer von den Randgebieten her einen Nachschub, während nach den Untersuchungen von E. SCHERF 14. das Wasser unserer Bohrungen durch eine in komplexer Weise zur Geltung gelangende Wirkung eines mehrseitigen physikalischen

Prozesses an die Oberfläche getrieben wird und zum überwiegenden Teil von den in die das Alföld säumenden Randgebirge gesickerten Niederschlägen herrührt.

L. SZEBÉNYI (16) erachtet die nahen und die lokalen Niederschläge für Schichtwasser-Ersatzquellen. Er nimmt zwischen den einzelnen wasserhaltenden Schichten eine — die impermeablen Schichten durchschreitende — Verbindung an, d. h. die Wasserströmung ist auch in senkrechter Richtung gesichert. Nach seiner Theorie ist relativ an den emporragenden Gebieten das Niveau des Grundwassers höher als das Ruheniveau der Schichtwässer und so erhält dort das Schichtwasser von dem vertikal abwärts sickern den Grundwasser einen Nachschub, während an dem tiefer gelegenen Gebiet das Schichtwasser das Grundwasser speist. Unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Wasserleitfähigkeit der Sedimente des Pliozän und Pleistozän ist das ins Innere des Alföld strömende Wasser in seiner gesamten Menge imstande — bei dem gegebenen hydrostatischen Druckunterschied — auch durch die impermeablen (tonhaltigen) Schichten von der Oberfläche in die Tiefe bzw. aus der Tiefe an die Oberfläche zu strömen.

In Kenntnis der Tiefbohrungsbefunde bzgl. der Kohlenwasserstoffforschung im Gebiete des Komitates Csongrád bildet unseres Erachtens der in den unteren Pannon-Schichten des Alföld gespeicherte Wasserbestand ein lokales, linsenförmiges, geschlossenes Siedlungssystem. In diesen „Linsen“-Reservoirs ist der Wassergehalt als *statisch* zu bezeichnen. Die sedimentstrukturellen Gegebenheiten, sowie die dynamischen Gas- und Flüssigkeitswerte deuten eindeutig darauf hin.

Stratigraphisch beginnt die Unter-Pannonische Serie stellenweise mit einem aus den Gesteinen des Grundgebirges bestehenden, sog. Grundkonglomerat, dann folgt Kalkmergel und darüber ein aus Tonmergel und Sandstein bestehender Komplex. Die Sandsteine der Serie sind quantitativ untergeordnet, sie machen nur ca. 20 Prozent des Gesamtgesteines aus. Ein allgemeines Charakteristikum ist die Unklassifiziertheit, der hohe Tongehalt, die geringe Porosität sowie der relative Fazies-Wechsel, was gleichzeitig die Vermergelung und die linsenförmige Gestaltung des Sandsteins zur Folge hat. Die Unter-Pannonischen Schichten sind unter dem Gewicht des vorherrschenden Tongehaltes und der deckenden Sedimente beträchtlich verdichtet worden. Sie liegen plastisch den „Kernformen“ des Grundgebirges angepasst, diese flexural überdeckend. An den Schollenvorsprüngen hat diese Schicht eine durchschnittliche Dicke von 200—300 m, um an anderen Stellen bis zu 1000 m zu erreichen.

Es ist vielseitig erwiesen, dass die dicke, impermeable Tonmergelschicht des Gesamtgesteins aus dem Unteren Pannon auch die thermale Wärmeströmung in senkrechter Richtung aufwärts verhindern kann. A. SOMFAI hält eine Wärmeströmung aus dieser Schicht in Gestalt einer Fluidströmung für ausgeschlossen. In den Toneinschlüssen gelangt ein überheiztes System zur Entstehung, in dem gleichzeitig auch ein Überdruck herrscht. Aufgrund der geothermischen Daten zahlreicher Forschungsbohrungen (Abb. 1.) ist die Überhitztheit nachweisbar, denn an der Grenze der Unter- und Ober-Pannonischen Schichte tritt eine allge-

meine Wertänderung des Gradienten ein. Aufwärts wird das Gefälle wesentlich geringer, da von den Ober-Pannonischen Schichten ganz bis zur Oberfläche die Flüssigkeitsverbindung und die dadurch zustandegekommene flüssigkeitsbedingte Wärmeübernahme (Wärmetransport) erhalten ist.

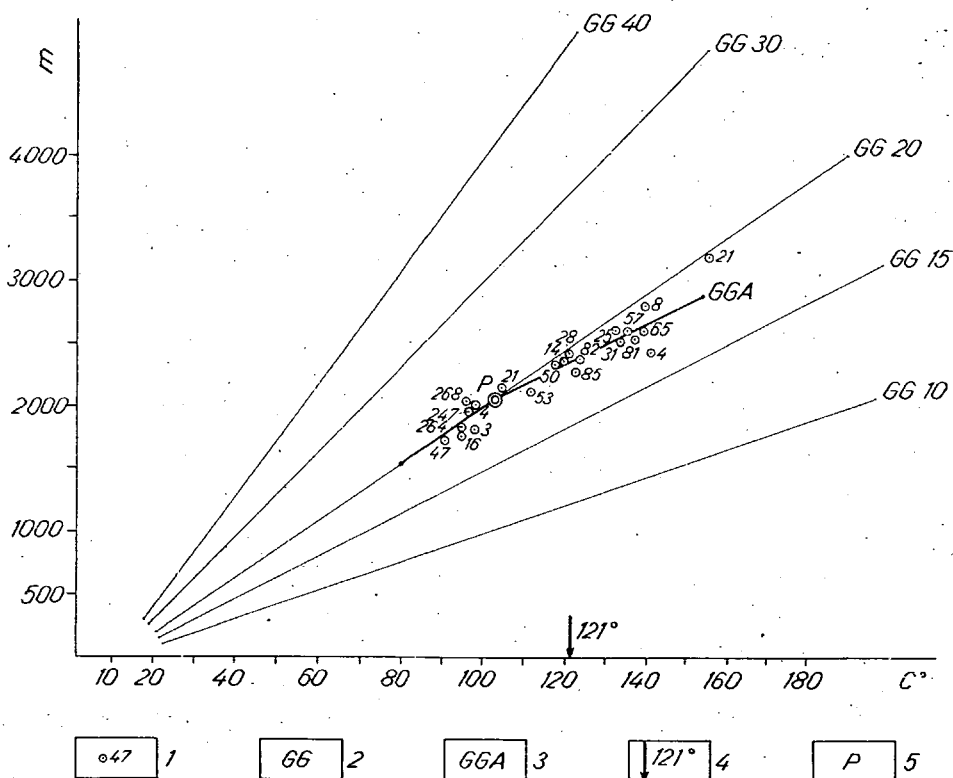


Abb. 1. 1. Landesgrenze
 2. Grenzen der Post-Pannon (Levantine Pleistozän) Donauebett
 3. Richtung der Schichtwasser
 4. Grenze der Comitát Csongrád
 5. Versuchsbohrungen für Wasser
 6. Bohrungen für artesischer Brunnen

In den Schichten des Oberen Pannon ist eine Akkumulation der Wärme nicht möglich, hier kommt es im vertikalen Querschnitt zu einer von unter nach oben fortschreitenden Temperaturverminderung. Dies wird auch durch die Sedimentstruktur des Gesamtgesteins bekräftigt, denn die Ober-Pannonische Serie besteht vorwiegend aus einem dichten Wechsel von Sandstein und Tonmergel. Der Gehalt des Sandsteins an Sand ist wesentlich höher und an Ton bedeutend geringer, als im Falle des Unter-Pannonischen Sandsteins beobachtet. Die Sandstein- und Ton-

Bitte die Zeichenerklärung von Abb. 1. und 2. vertauschen!

mergelschichten bilden regional keine ausgedehntere impermeable bzw. speichernde Einheit, sie sind innerhalb mehr oder minder grosser Entfernungen ausgekilt und kompliziert miteinander verankert, verzahnt. Dadurch gelangt ein kompliziertes, aber einheitliches hydrostatisches System zur Entwicklung, in dem die Möglichkeit eines Wasserersatzes gegeben ist.

Unseres Erachtens dürften auch im Grundgestein, vor allem in dessen oberen Regionen, Gebiete mit reichem Wasserbestand vorkommen, der dann gleich zu einem dynamischen Bestand wird, indem die gewaltigen Wassermassen der Randgebirge auf dem Wege über die aus karbonathaltigen Gesteinen aufgebauten karstigen Rumpfgebirge in die Tiefe gelangen können. Einen Zufluss geringeren Grades kann dieser Wasserbestand auch durch die in den Eruptivgesteinen des Mittelgebirges enthaltenen Fugen erhalten. Nach E. SCHERF (8) können auf diese Weise im Grundgestein so grosse Wassermengen in Richtung des Alföld absickern, die auch an sich — selbst bei einer grösseren Wasserkonsumption als der heutigen — zur ständigen Sicherung seiner Wasserreserve reichlich zu genügen scheinen.

Eine glaubwürdige Beweisführung für diese Annahme steht noch aus, doch ist ein Wassernachschub im Grundgestein nicht für ausgeschlossen zu halten, da der Lagerdruck des Grundgesteins unterhalb der Sandstein-„Linsen“, die in den Gesteinsmassen des Unteren Pannon bei Überdruck und Überhitzung in Ton und Mergel gebettet liegen, nicht notgedrungenermassen grösser sein muss als der der oberen Schichten. Hier ist vorwiegend anzunehmen, dass das Grundgestein zur Wasserstauung schon weniger geeignet ist. Wo die mit dem Rahmen der Gebirgsgegend in Berührung stehenden Bruchsysteme oder zusammenhängende wasserspeichernde Gesteinsstriche das Grundgestein bilden, ist eine hydrostatische Verbindung nicht ausgeschlossen.

Nachdem die im Komitatsgebiet auffindbare Sperrschicht aus dem Unteren Pannon das Grundgestein zur Gänze überdeckt, ist eine Beziehung zwischen deren Wasserbestand und dem Wasser des sog. hydrostatischen Systems (Oberes Pannon, Levante, Pleistozän-Schichtwerk) nicht wahrscheinlich. Ein Kontakt zwischen den beiden Wassersystemen ist ausserhalb des Komitatsbereiches (an der strukturellen Bruchlinie des Vorgebirges) in Betracht zu ziehen. Da in den Gegebenheiten der Ansammlungsstellen der in den Grundgestein gespeicherten Wasserbestände auch zahlreiche, heute noch nicht hinreichend bekannte Natureinflüsse mitwirken können, sind wasser-bergbauliche Vorschläge nur konventionell möglich.

Zusammenfassend:

Der Wasserbestand des *Grundgesteins* dürfte territorial in den Siedlungslinien der Bruchsysteme und poröseren Gesteine sein. Dieser Wasserbestand ist mit seinem verschiedenen intensiven — von Randgebiet herkommenden — Wassernachschub als eine *dynamische Wasserreserve* wechselnder Sohlentemperatur zu qualifizieren, während die *Schichtgesamtheit aus dem Unteren Pannon* — im allgemeinen von 1700—2000 m Tiefe zu rechnende Meeresgebilde — in Anbetracht ihrer wasserstauen-

den Situation im geschlossenen System als *statischer Bestand* zu werten ist. Dieses Gewässer ist in Anbetracht seiner Überhitzung und seines Überdruckes die erschöpfliche Basis der hyperthermalen Wässer und der Dampfgewinnung. Der in den Poren der Schichten des *Oberen Pannon, der Levante und des Pleistozän* anzutreffende Wassergehalt bildet ein *dynamisches* System, wo das Ausmass des Wasserersatzes ausser von dem im Sediment als einheitlich zu betrachtenden hydrostatischen Charakter auch von der Wasserwirtschaft im Wassersammelgebiet der Randzonen des Gebirges beeinflusst wird.

Die Studie befasst sich im weiteren mit den hydrographischen Problemen der *nichtthermalen* (artesischen) *Schichtwässer*. Hier haben wir es hauptsächlich mit dem dynamischen Wasserbestand der Sedimente aus der levantinischen bzw. Pleistozän-Epoche zu tun. Regional gesehen ist dieser Bestand im Gebiete des Alföld nicht in gleichmässiger Verteilung anwesend. Das Komitat Csongrád aber ist eines jener Areale, wo die geographische Lage hydrogeologisch höchst günstig zu nennen ist. Sowohl der Schichtporositätswert, wie auch die Intensität des Wasserersatzes sind für die ökonomische Wasserausbeute günstig.

Der urgeographischen Struktur des Komitats drückt fast zur Gänze das sog. *Ur-Donau-Grabensystem* seinen Stempel auf. Dies ist nichts anderes als die entlang der parallelen Stufen-Brüche entstandene präpannonische Senkung, die Fortsetzung des dinarischen Zweiges des alpinen Gebirgssystems, namentlich des Karistida-Bruchsystems. Die Achse des Grabensystems lässt sich mit den Siedlungen Alsónémedi—Kecskemét—Kiskunfélegyháza—Szentcsanak—Makó bezeichnen; seine grösste Tiefe erreicht es östlich von Szeged (zwischen Makó und Hódmezővásárhely) (Abbildung 2.). Die bisherigen Untersuchungen haben feststellen lassen, dass das Grabensystem ein zur Ausbeute sowohl der geothermischen Energie als auch des artesischen Wassers vorzüglich geeignetes Gebiet darstellt. Gegenüber anderen Teilen des Alföld ist hier die Entstehung dickschichtiger Sandfazies charakteristisch. Im besonderen gilt dies für die Achsenlinie des Grabensystems, wo auch die Porosität der tiefergelegenen Schicht (unter 500 m) eine grössere ist. Im Bereiche des Komitats bedeutet diese hydrologische Gegebenheit vom Gesichtspunkte der Wassergewinnung auch eine günstige thermale Zone. In dem genannten „Graben“ liegen Wasserspeicher verschiedener Ausdehnung neben- und übereinandergereiht.

Die Sedimentsvergrößerung in den einzelnen Schichten deutet auch gut auf die im Grabensystem vor sich gehenden tektonischen Bewegungsprozesse hin. So bedeuten die im Oberen Pannon in mehreren Niveaus auffindbaren, hohen Sandschichten rasche Bewegungen (Senkung). Die dicksten Sandanhäufungen sind in den Tiefen zwischen 1500—2000 m zu verzeichnen. Diese letztere Tiefenschicht ist eine bedeutende Basis des thermalen Wasserbestandes (Tabelle 1).

Die Sedimentgesteine der Levante sind infolge der ausgiebigeren Entwicklung der Flusswasserakkumulation grobkörniger und poröser. Entlang der Achsenlinie des Grabensystems ist in Tiefen von 400—500 m

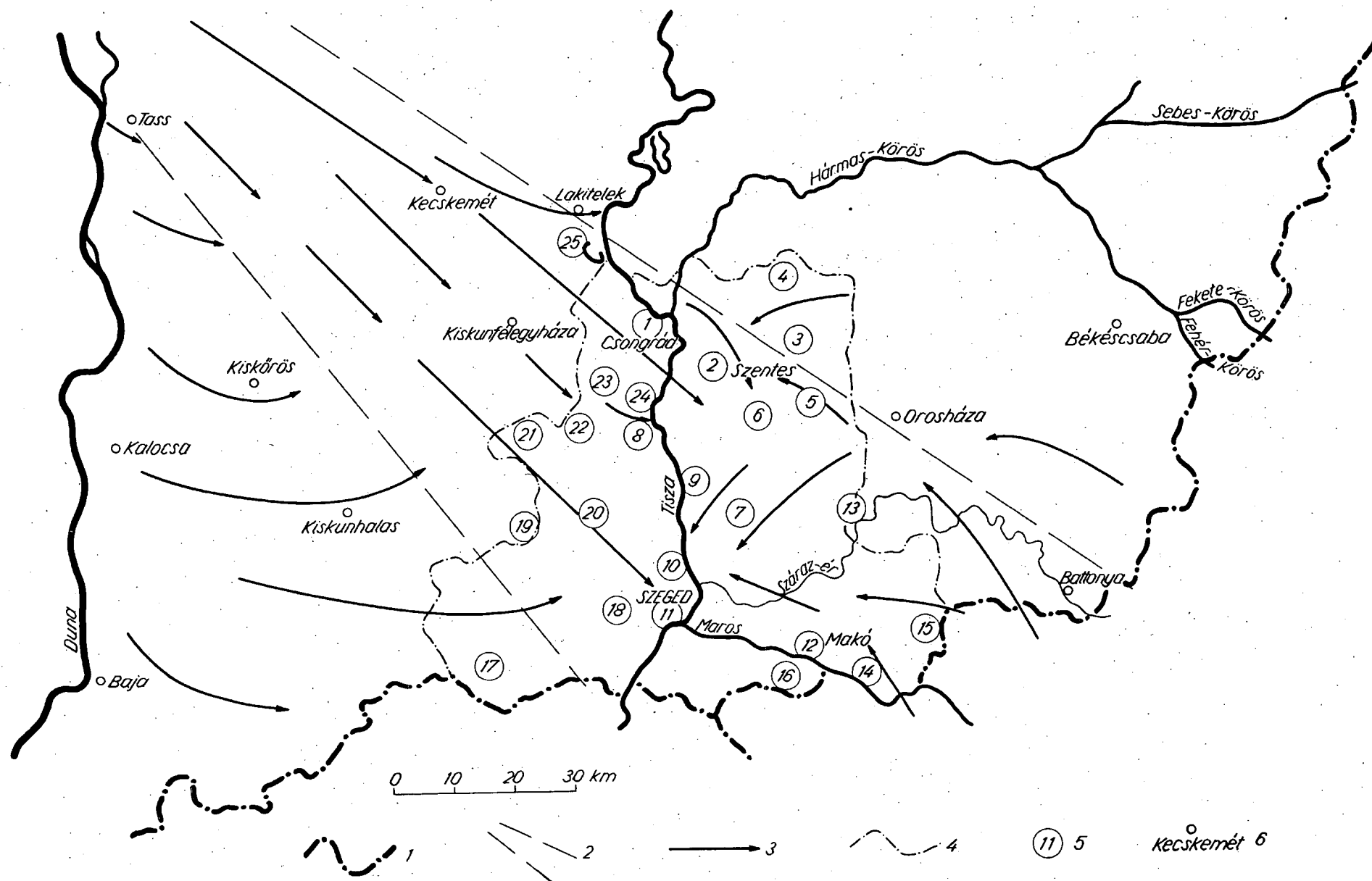


Abb. 2. 1. Zahl der Brunnen
 2. Geotermisch Gradient M/C°
 3. Geotermischer Gradient typisch für der Struktur bei Algyő
 4. Typischer Durchschnittwert für das Gebiet
 5. Bruchpunkt auf dem Kurvenbild GGA.

TABELLE 1.

Der Zusammenhang zwischen der Temperatur der ausfliessenden Wassers und der Sohlentiefe der Thermalbrunnen nach der Vorkommenshäufigkeit im Komitat Csongrád (nach I. Vágás)

Sohllentiefe (in m)	Wassertemperatur (in °C)							Zusammen	
	35—39	40—49	50—59	60—69	70—79	80—89	90—99		
599 m		2	3					5	
600— 799 m		4	1					5	
800— 999 m		1	2					3	
1000—1199 m			1	4				5	
1200—1399 m									
1400—1599 m									
1600—1799 m						1		1	
1800—1899 m						1	1	4	6
2000—2199 m							3	2	5
2200—2399 m								2	2
2400—2599 m						1		2	3
Zusammen		7	7	4		3	4	10	35

grobkörniges Geschiebematerial der Ur-Donau sogar noch im Gelände von Orosháza und Szentes anzutreffen.

Aufgrund der intensivierten Wasserforschungsbohrungen im Gebiete des Komitats sind bis zu ca. 500 m Tiefe mindestens 50 Prozent der gesamten Sedimente porös (Tabelle 2, 3, 4 und 5). Die Tabellen gestatten eine territoriale Bewertung des prozentuellen Vorkommens der gut wasserspeichernden porösen Gesamtschichten in verschiedenen Tiefen. Diese Kenntnis kann eine wesentliche Hilfe bei der Wasserausbeutung bieten, denn bekanntlich wird die Wassergewinnung in erster Linie von der physikalischen Eigenschaft des Gesteins bestimmt. Aus den über ein grosses Spaltvolum verfügenden, grobkörnigen Gesteinsmassen kann Wasser leicht, schnell und gleichzeitig ökonomisch zutage gefördert werden.

Aufgrund bisheriger praktischer Erfahrungen können zur wirtschaftlichen Wassergewinnung die folgenden Sedimente in Betracht kommen:

- Kies,**
wenn der durchschnittliche Körnchendurchmesser („D“) über 2 mm liegt, und der Sickerfaktor („k“) grösser als 6×10^{-1} cm/sec ist so beträgt der spezifische Wasserertragswert („q“) > 200 l/p.m.
- Kieselsand,**
wenn „D“ durchschnittlich zwischen 1,5 und 2 mm und „k“ zwischen 3×10^{-1} und 6×10^{-1} liegt, beträgt „q“ = 100—200 l/p.m.
- Schotter sand,**
wenn „D“ durchschnittlich zwischen 0,5 und 1,5 mm und „k“ zwischen 6×10^{-1} und 3×10^{-1} cm/sec liegt, ist „q“ = 20—100 l/p.m.

TABELLE 2.

Prozentuelles Vorkommen von Kies, sandigem Kies und kieshaltigem Sand in den angeführten Tiefen

Ort	0—50	50—100	100—150	150—200	200—250	250—300	300—350	350—400	400—450	450—500	500—550 m
1. Csongrád								12		22	
2. Szentes										9	
3. Fábiánsebestyén									24		
4. Cserebökény											
5. Nagymágocs								6			
6. Derekegyháza								6	14		
7. Hmvasárhely				5	5						
8. Baks											
9. Mártély											
10. Algyő											
11. Szeged		3				7	1	1	3		
12. Makó		11	11				9	2			
13. Hmvasárhely (2)											
14. Apátfalva											
15. Csanádpalota			39								
16. Kiszombor											
17. Ásotthalom			9	20							
18. Kkdorozsma											
19. Csólyospálos											
20. Balástya											
21. Csengele											
22. Pusztaszer											
23. Tömörkény											
24. Csanytelek											
25. Alpár					32	6	40	34	91	24	35

TABELLE 3.

Prozentuelles Vorkommen von grobkörnigem Sand in den angeführten Tiefen

Ort	0—50	50—100	100—150	150—200	200—250	250—300	300—350	350—400	400—450	450—500	500—550 m
1. Csongrád						12	15				
2. Szentes		17	10		6	6	21	18		7	
3. Fábiansébestyén		6				3					
4. Cserebökény									23		
5. Nagymágocs		12	11	7		6	15	17	16		
6. Derekegyház		5			6			5	30		
7. Hmvásárhely			25	5	2	5	12	15	25	18	30
8. Baks		4				7					
9. Mártély				6	16						
10. Algyő		7	7	5	2.5	2.5					
11. Szeged		18	9	10	9	44	10	2.5	3	6	
12. Makó					6		3	4			
13. Hmvásárhely (2)				12	6		5				
14. Apátfalva		5	11	5	63	25	56	21			
15. Csanádpalota		9		65							
16. Kiszombor					6						
17. Ásotthalom				5	6	9				26	65
18. Kkdorozsma											
19. Csólyospálos				5	85						
20. Balástya											
21. Csengele											
22. Pusztaszer					63	50					
23. Tömörkény				3	13						
24. Csanytelek		5									
25. Alpár		13			4	50	13	17		25	

Beitrag zu den hydrographischen Problem

- d) *Sand*,
wenn „D“ durchschnittlich zwischen 0,2 und 0,5 mm und „K“ zwischen 1×10^{-2} und 6×10^{-2} cm/sec liegt, beträgt „q“ 5—20 l/p/m.
- e) *Feinsand*,
wenn „D“ durchschnittlich um 0,2 mm und „k“ 1×10^{-2} cm/sec, dann ist „q“ = < 5 l/p/m.

Was die territoriale Verteilung der porösen Schichten anbelangt, so ist — besonders im nördlichen Teil des Komitats — deutlich das Gröberwerden der Sedimente mit zunehmender Tiefe erkennbar. Entlang der Achsenlinie des Grabensystems sind von 350 m Tiefe an Sedimente aus Kiesel, sandigem Kies, Kieselsand und grobkörnigem Sand sehr häufig. Praktisch kommt dies dem mit den Siedlungen Csongrád—Szentes—Fábiánsebestyén—Nagymágocs—Derekegyháza—Hódmezővásárhely—Székutas—Apátfalva—Nagylak bezeichneten Plan gleich.

In dieser Sediment-Siedlungszone lässt sich bei Szentes und Umgebung ein an Wasserbeständen sehr reicher Beckenanteil markieren, wo ein intensiver Wassernachschub aus NW-, W- und SÖ- bzw. Östlicher Richtung stattfindet.

Als ein an „artesischen Quellen“ reiches Becken können auch Szeged und seine unmittelbare Umgebung gelten. Hinsichtlich der Wassergewinnung kann so im südlichen Theiss-Tal mit zwei bedeutenderen hydrogeographischen Gebietseinheiten gerechnet werden. Zwischen den beiden Gebieten ist in der derzeitigen Theisstal-Linie (in N—S-licher Richtung) eine wesentlichere Beziehung — betreffs der Strömung des Schichtwassers und des Wassernachschubs — nicht feststellbar. Als Erklärung hierfür ist die Anwesenheit der im Gelände zwischen Mártély und Dóc in erheblichem Prozentsatz entstandenen impermeablen Sedimente akzeptierbar. Während das „artesisches“ Becken bei Szentes seinen wesentlicheren Wassernachschub aus dem Hauptbett des Ur-Donau-Grabensystems erhält, ist dies bei dem Szegediner „artesischen“ Becken aus einer, von dem erwähnten Hauptbett südlicher gelegenen, anderen Flussbettlinie der Fall. Auch die Ablagerungsausfüllung der beiden aktiven Wasserstau-becken dürfte eine unterschiedliche gewesen sein. Allgemein hin sind die Levante-Sedimente des Szenteser Areals grobkörniger als die beim Szegeder. Die Auffüllung des Szegeder Beckens ist unseres Erachtens als die Sedimentablagerungstätigkeit des sich von seinem Geschiebe allmählich in SW-Richtung — in Richtung Szeged—Kiskunmajsa — wendenden Hauptflusses zu betrachten, wo bereits eine beträchtliche Untermengung von Theiss—Maros—Ablagerungen vorliegt.

Die Oberfläche des im südöstlichen Teil des Komitats in Oberflächennähe auffindbaren Geröllkegels der Maros ist ebenfalls äusserst reich an Schichtwässern. So ist das Gebiet von Apátfalva—Nagylak—Makó wiederum eine Gegend mit reichem Wassergehalt, wo die Schichtwässer aus oberflächennahen Schichten gewinnbar sind und wo der Wassernachschub aus der nahen Gebirgsregion erfolgt. In dieser Gegend findet sich der kälteste oberflächennahe Wasserbestand des Komitates Csongrád, was gleichzeitig auf den schnellen Wasserersatz, auf die aktive Kontaktnahme mit dem Gebirgsrahmen hinweist.

TABELLE 4.

Prozentuelles Vorkommen von mittel-, klein- und feinkörnigem Sand in den angeführten Tiefen

Ort	0—50	50—100	100—150	150—200	200—250	250—300	300—350	350—400	400—450	450—500	500—550 m
1. Csongrád		21	21	21	21	21	35	54	25		36
2. Szentes		24	35	36	27	26	2.5	12	34	10	—
3. Fábiánsebestyén		47	64	25	23	38	39	28			
4. Cserebökény		20	16	11	16	57	26	20			
5. Nagymágocs		4	14	17	20	29	18	20	15	51	
6. Derekegyháza		29	36	31	37	36	42	35			
7. Hmvásárhely		45	6	30	33	32	35	25	12	14	4
8. Baks		33	30	34	40	46	55				
9. Mártély		15	7	5			21				
10. Algyő		24	18	24	20	5	27				
11. Szeged		19	37	36	46	45	38	44	35	35	45
12. Makó		10	6	11	31	40	48	35	29	29	53
13. Hmvásárhely (2)		35	50	45	26	19	35	46	24		
14. Apátfalva		11	26	9		25					
15. Csanádpalota		20		18							
16. Kiszombor		21	15	31	24	55	49				
17. Ásotthalom		24		13		34	7	16	35	19	7
18. Kkdorozsma		34	11	25	23	52					
19. Csólyospálos		75	17	16							
20. Balástya		54	26	14	18	20					
21. Csengele		84	20	28	21						
22. Pusztaszer		66	11	46	26	26					
23. Tömörkény		44	50	20	32	45					
24. Csanytelek		25	23	25	45	39					
25. Alpár		69	50	42		38	29	38		36	55

Tabelle 5.

Prozentuelles Vorkommen von schlemmigem Sand in den angeführten Tiefen

Ort	0—50	50—100	100—150	150—200	200—250	250—300	300—350	350—400	400—450	450—500	500—550 m
1. Csongrád		22	11	6	5	7					
2. Szentes		16	17	13	9	29	9		8	24	
3. Fábiánsebestyén		15	25	24	25	6	13	25	50		
4. Cserebökény		16			12		9	34	25		
5. Nagymágocs		17	13	10	10	20	11	16	29		
6. Derekegyháza		19	21	35	21	6	21	18	30		
7. Hmvasárhely		40	50	20	40	20	25	21	15	14	23
8. Baks		21	36	16	26	20					
9. Mártély											
10. Algyő		18		7		6					
11. Szeged			11			6	9			11	20
12. Makó		16	15	27	25	15	15	2	6	3	
13. Hmvasárhely (2)		16	31	19	14	5					
14. Apátfalva		21	15					4			
15. Csanádpalota		29	20								
16. Kiszombor		20	17	11	3	29	31				
17. Ásotthalom		20	31		9						
18. Kkdorozsma		20	28	17	32	10					
19. Csólyospálos				24							
20. Balástya		16	9	23							
21. Csengele				6							
22. Pusztaszer		29	39								
23. Tömörkény		19	6	26	13	34					
24. Csanytelek		13	7	18	36	34					
25. Alpár		19	14	40	13						

Unter Umgehung einer weiteren Detailierung kann festgestellt werden, dass die qualitativ beträchtliche Anreicherung der nichtthermalen Schichtwässer auch in anderen Gebieten des Komitats anzutreffen ist, aber in abweichenden Tiefen und mit verschieden intensivem Wassernachschub. Die wirtschaftliche Ausbeute dieses Wasserbestandes bedarf einer stetig wachsenden Sorgfalt — selbst auch dann, wenn eine Erschöpfung der Reserve nicht zu befürchten ist. Eine übermässige, die Grösse des Wasserersatzes überschreitende Wasserentnahme kann nämlich einen sog Depressionstrichter entstehen lassen, der Umordnungen der inneneren Sedimentstruktur und auch andere technologische Probleme im Gefolge haben kann.

Literatur

1. *Andó Mihály*: A DK-Alföld természetföldrajzi adottságainak jellemzése. Kandidátusi ért. 1964. Szeged.
2. *Bélteki Lajos*: A hazai termális vízfeltárás időszerű kérdései. Hidrológiai Közlöny, 1961. 6. szám.
3. *Bélteki Lajos*: Magyarország területének geotermikus viszonyai a legújabb vízfeltáró fúrások adata alapján. Hidrológiai Közlöny, 1963. 5. szám.
4. *Bélteki Lajos*: Magyarország ipari jelentőségű porózus hévizes víztartói. Hidrológiai Közlöny, 1965. Budapest.
5. *Dank Viktor*: A Dél-Alföldi neogénmedencék rétegtani viszonyai és kapcsolatuk a dél-baranyai és jugoszláviai területekhez. Földtani Közlöny, 1963. 3. szám.
6. *Dank Viktor*: A Dél-alföldi kőolaj és földgázkutatások. Bányászati Lapok, 1964.
7. *Hlaváts Gyula*: A magyarországi artézikutak története, terület szerinti elosztása, mélységük, vizük bőségének és hőfokának ismertetése. Budapest, 1896.
8. Hidrológiai Társaság Szegedi Csoportja 1962. január havi vitaülési jegyzőkönyve.
9. *Juhász József*: Felszín alatti vízkészletünk. Hidrológiai Közlöny, 1955. 25. o. Budapest.
10. *Kertai Gyula*: A magyarországi medencék és a kőolajtelepek szerkezete a kőolajkutatás eredményei alapján. Földtani Közlöny. 1957.
11. *Miháltz István*: Az Alföld déli részének földtani és vízföldtani viszonyai. Hidrológiai Tájékoztató, 1966. jún. hó.
12. *Rónai András*: Az Alföld negyedkori rétegeinek vízföldtani vizsgálata. Hidrológiai Közlöny, 1963. 5. szám. Budapest.
13. *Schmidt E., Róbert*: Vázlatok és tanulmányok Magyarország vízföldtani atlaszához. Budapest, 1962.
14. *Scherf E.*: Alföldünk pleisztocén és holocén rétegeinek geológiai és morfológiai viszonyai és ezeknek összefüggése a talaj alakulással. Földtani Intézet. Évi jelentése. 1925.
15. *Somfai Attila*: A Dél-Alföld túlnyomásos tárolók vizsgálata. A túlnyomás okainak rendszerezése. Doktori ért. Szeged, 1969.
16. *Szebényi Lajos*: Az artézi víz forgalmának mennyiségi meghatározása. Hidrológiai Közlöny, 1965. 3. szám. Budapest.
17. *Urbancsek János*: Magyarország mélyfúrású kútjainak kataszttere I. Országos Vízügyi Főhatóság 1963. Budapest.
18. *Urbancsek János*: Az alföldi artézi kutak fajlagos vízhozama és abból levonható vízföldtani és földrajzi következtetések. Hidrológiai Közlöny, 1960. 5. szám.
19. *Urbancsek János*: A földtani felépítés és rétegnyomás közötti összefüggés az Alföldön. Hidrológiai Közlöny, 1963. 3. szám.

SOME CHARACTERISTIC FEATURES OF THE INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF THE SOUTHERN GREAT PLAIN

BY

GY. KRAJKÓ

The southern (part of the) Great Plain is an area difficult to delimit exactly but one that owing to its quick economic development is becoming more and more distinct. It comprises nearly 20 per cent (18,520 square km) of the area of the country and 14 per cent (1,461 million persons) of its population. It owes its internal unity mainly to the industries based on agricultural raw materials (as canning, meat, sugar, milling and textile industries), the new trends in agricultural production (wheat, maize, industrial plant, grapevine, fruit, vegetable, hog and poultry raising), and the ever increasing and widening economic and cultural attraction of Szeged. The process of developing into a uniform area has been greatly favored by oil and natural gas exploitation and a few branches of the fast developing light and heavy industries. The unity of the area is further proved by common problems in the development of the industry, the agriculture, the transport and the settlement network as well as in the rational use of manpower. Among the experts dealing with area research it is essentially an accepted view to class the three southern counties in one economic area.

Before the Liberation the industry of the southern Great Plain was to a great extent decentralized, all its towns had a few small food industrial plants (especially milling, meat, sugar and canning industries) or light industrial plants (hemp, knitwear, shoe, and wood industries), which were chiefly based on raw materials and cheap manpower, but no industrial centers could develop except in Szeged. Among the settlements of the southern Great Plain, Szeged was outstanding both as regards its population and the number of industrial workers. In 1941, 9 per cent of the population of the area and 25 per cent of the industrial workers were concentrated in the town.

The cultural role of the town extended far beyond the boundaries of the southern Great Plain and had a nationwide importance. The town had important milling, hemp, meat, wood, match, tobacco, leather, and shoe industries. The factories of these industries were chiefly based on raw materials and manpower. Some factories were attracted by the possibility of the cheap transport by water (wood and match industries). The industrial development of Szeged was arrested for four decades from the beginning of the First World War and remained approximately on the same level. In the first decade after the Liberation production grew above

all through the enlargement of the already existing factories, the increase of the number of workers, and better employment of the working time. It was only the cultural role of the town that increased. This was due to the fact that in 1921 the University of Kolozsvár was transferred to Szeged. After the Liberation a number of middle schools were established and the University was essentially enlarged.

The economic stagnation had several causes: in the period between the two world wars the industry and the agriculture did not develop even on the national level, and the stagnation of agriculture naturally hindered further development of the food industry. In the one and a half decades after the Liberation the speed of industrialization changed radically, but owing to other unfavorable circumstances the southern Great Plain and Szeged continued to be in a disadvantageous position. This area is poor in mineral resources, and there were no energy sources in it either, and in the period of the quick development of the heavy industry large-scale industrial development was concentrated first of all in the sectors having mineral energy sources. The development of the agriculture was very slow at this time, the character and structure of production and the production yields did not change much. Besides this, the position of Szeged was disadvantageous owing to the nearness of the state border, on account of which no important investments were made here and because of the lack of interstate relations with Yugoslavia the through traffic of the town was stopped. (In addition to this, the traffic going toward Rumania bypassed it also).

The position of the southern Great Plain and that of Szeged has changed considerably in the last decade. There have been changes in the economic policy of the country, and the development of industrially less advanced areas has centrally been given special attention, and instead of the branches of heavy industry requiring costly material the branches of machine industry requiring skilled work have been given preference. Both principles are extremely favorable for the southern Great Plain, which is poor in raw materials but has plenty of manpower. The creation of socialist large-scale farming in the agriculture has not only increased the basis of raw materials but has also liberated considerable manpower, and beyond this it has also otherwise stimulated the development of industry. (For example by the creation of ancillary cooperative plants, increasing the demand for industrial products, etc.). With the opening up of hydrocarbon fields, the possibilities of energy and raw material supply have improved. Through the normalization of the interstate and social relations with Yugoslavia the position of Szeged has changed favorably and its through traffic has considerably increased.

Under the changed circumstances the industrial development of the area has accelerated and in the last decades it has surpassed the national average. The endeavours of the government organs to develop the industry of the area have been successful. As a result of this, the ratio of industrial workers between the counties has changed. This is well illustrated by the cumulated row of those employed in the socialist industry in the different counties (Fig. 1). In 1963 the five industrially best developed coun-

ties (together with Budapest) gave employment to nearly 70% of the industrial workers, while the eight industrially underdeveloped counties only to 15%. By 1969 however, the ratio of the first group had fallen 62.5% and that of the latter group had risen to 18.5%.

The economic indexes of the southern Great Plain show faster development even than that of the other provincial areas. The amount of investments made has risen threefold since 1960 and their national rate has risen from 8.1% to 11.3%. The growth of the industrial investments made was even greater; since 1960 it has risen sixfold and its national ratio has risen from 3.5% to 10% (Fig. 2). The number of industrial workers and their proportion have changed accordingly and the technical

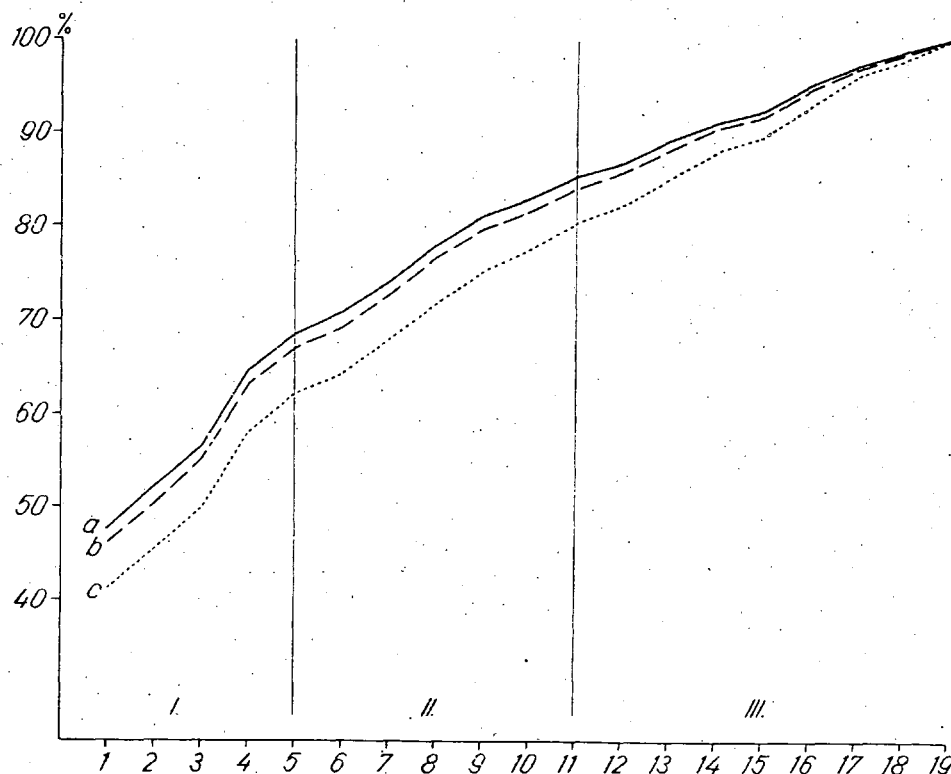


Fig. 1. The cumulated rank of the different counties according to the number of those employed in the socialist industry.

- I. Industrially well developed counties
- II. Industrially moderately developed counties
- III. Industrially underdeveloped counties

I. a) 1963, b) 1965, c) 1969.

1. Budapest and Pest, 2. Komárom, 3. Győr-Sopron, 4. Borsod, 5. Veszprém, 6. Nógrád, 7. Csongrád, 8. Baranya, 9. Fejér, 10. Vas, 11. Heves, 12. Zala, 13. Szolnok, 14. Békés, 15. Tolna, 16. Bács-Kiskun, 17. Hajdú-Bihar, 18. Somogy, 19. Szabolcs-Szatmár.

indexes have also changed. The number of those working in the socialist industry rose from 120.4 thousand to 176.8 thousand between 1960 and 1969, the gross value of the fixed assets rose from 8.6 billion Ft to 17.2

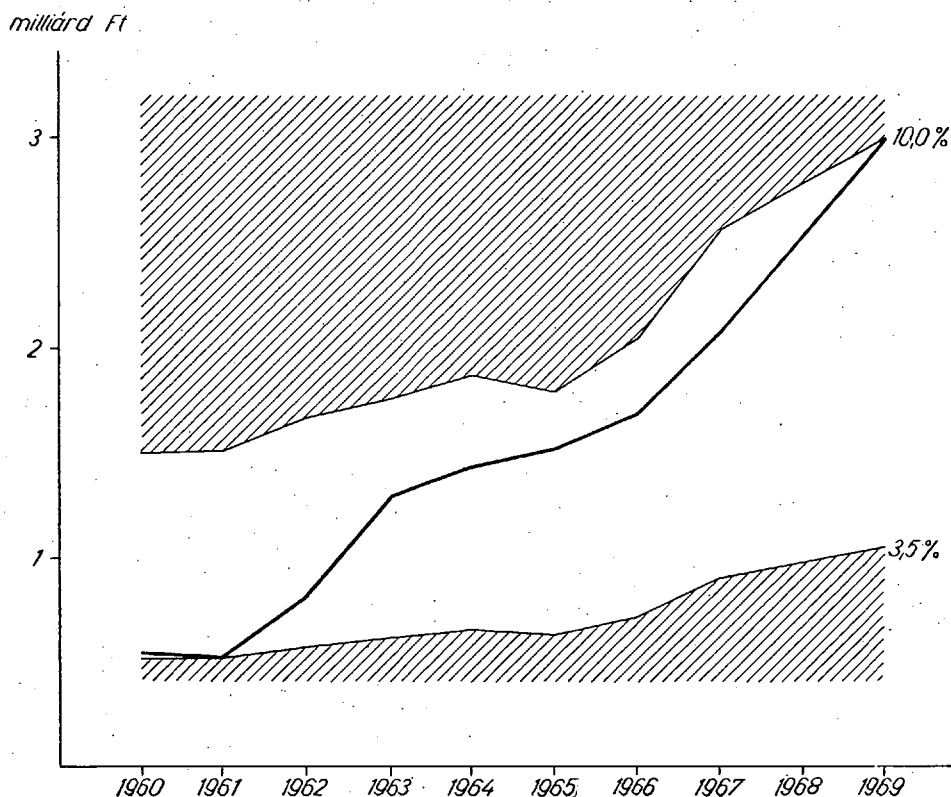


Fig. 2. The growth and national rate of investments in industry (southern Great Plain)

billion Ft, and the consumption of electric energy was doubled. Accordingly, its national proportion also changed in the given period. It changed in order from 8.3% to 10.3%, from 4.5% to 6.4%, from 2.5% to 4.0% (Fig. 3). These data prove without doubt the accelerating industrial development of the southern Great Plain, but at the same time they indicate, in comparison with the national rates, that the greatest change has been in the number of those employed and the fixed assets.

The process described above is connected with many problems the analysis of which is the task of the economic geographer. Such problems are for instance the migration and reshuffle of the population, the territorial differences in the manpower supply, the development of the network of settlements, the influence of the industrial development on the

agriculture, the changes in the structure of the industry, the territorial differences in the industrial development, etc. Within the limited space of this paper I want to deal with the last two problems in some detail.

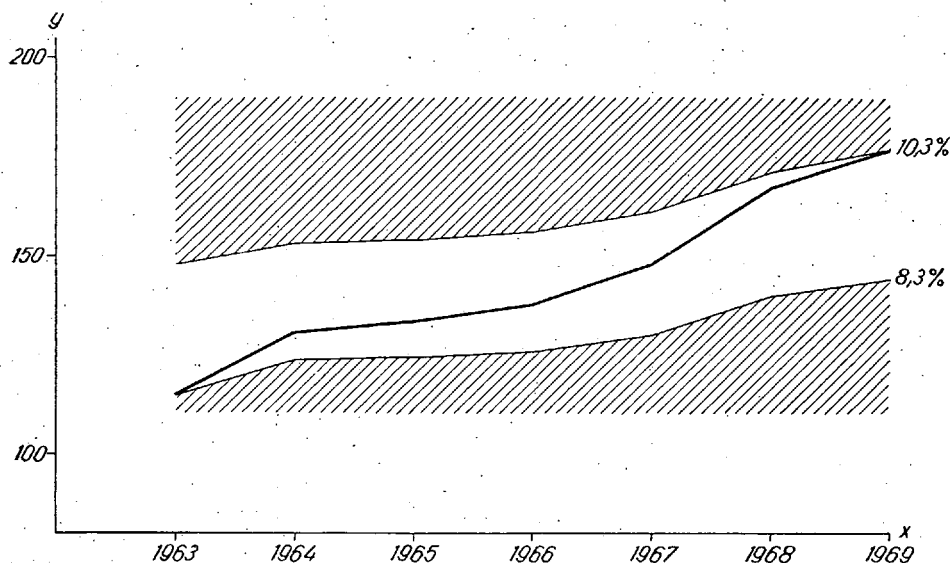


Fig. 3. The change of the number of those working in the socialist industry and the change of its national rate in the southern Great Plain
 $y = 1000$ persons
 $x = \text{year}$

The Change in the Structure of the Industry

In spite of the rapid industrial development, the agricultural character of the region continues to be a mark distinguishing it from industrial regions. Between 1960 and 1970 the rate of those working in the industry and the building trade rose from 20.5% to 28.9%, the rate of those working in transportation rose from 4.5% to 5.1%, while the rate of the agricultural population fell from 54.2% to 46.1% and the rate of other categories from 15.9% to 13.5%. The rate of the agricultural population is still relatively high, especially in Bács and Békés counties where it amounts to nearly 50%. (Table 1).

The dinamism of the reshuffle has been very strong in the district and if this process continues the numbers of the agricultural and industrial populations will come near to each other, that is in the district rates similar to the present national rates have developed.

TABLE 1.

The population according to the different branches of the national economy (1960 to 1970)

Territory	1960											
	Of this											
	Pop. total 1000 persons	Industry building trade		agriculture		transportation		commerce		other		Pop. total 1000 persons
		1000 pers.	%	1000 pers.	%	1000 pers.	%	1000 pers.	%	1000	%	
Bács-Kiskun	586	106	18.2	347	59.2	27	4.6	25	4.2	81	13.8	573
Békés	468	89	19.2	265	56.6	23	4.8	21	4.5	70	14.9	447
Csongrád Szeged	434	109	25.1	194	44.9	23	5.4	20	4.7	86	19.9	441
Total	1488	304	20.5	807	54.2	73	4.9	66	4.5	237	15.9	1461

Table 2.

The rates of the industrial sectors in the southern Great Plain (1969) on the basis of profession

Sector	Number of those employed	%	Share in national %	Per 1000 inhabitants	Relation of value per 1000 inhabitants to national index
Ministerial	114.972	61.6	8.4	78.6	59.5
Council	18.126	9.6	12.0	12.4	88.5
Cooperative	44.284	23.6	19.1	30.3	137.7
Private	9.785	5.2	14.6	6.6	110.0

The rate of industrial sectors (Table 2) is similar to that of the sectors of agricultural character. In the more concentrated, technically better equipped ministerial sector the rate of those employed, 61.6%, remains below the national index (75.2%); at the same time the council industry (9.6%), the cooperative sector (23.6%), and the private small industry (5.2%) surpass the national ratio. The index of cooperative industry calculated for 1000 inhabitants is much higher than the national value (Fig. 4).

1970									
Of this									
industry building trade		agriculture		transportation		commerce		other	
1000 pers.	%	1000 pers.	%	1000 pers.	%	1000 pers.	%	1000 pers.	%
161	28.1	282	49.3	38	6.7	27	4.6	65	11.3
118	26.4	223	49.9	33	7.4	23	5.2	50	11.1
143	32.4	168	38.0	29	6.5	24	5.5	77	17.6
422	28.9	673	46.1	100	6.8	74	5.1	192	13.1

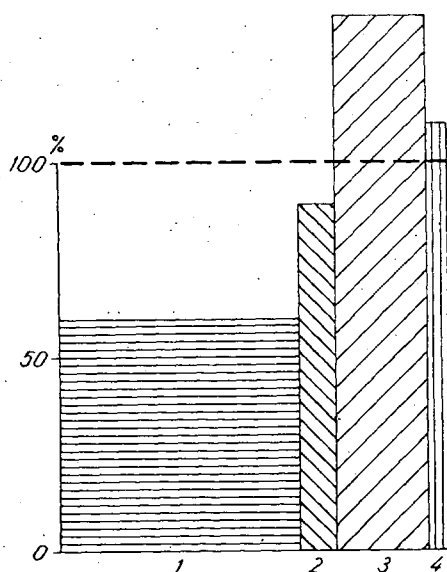


Fig. 4. The ratio of sectors in the industry of the southern Great Plain (1969) on the basis of the number of workers employed in the industry compared with the national value calculated for 1,000 inhabitants.

100% = national value calculated for 1,000 persons 1. ministerial, 2. council, 3. cooperative, 4. private industry

Of course, the afore-mentioned data change in each county, for instance the proportion of those employed in ministerial industry is highest in Csongrád county: 67.0%, in Békés county on the other hand the rate of the cooperatives stands out with 32.0% at the expense of the council sector.

In the last years it is the cooperative sector that has developed most vigorously. (In the course of this development its rate grew between 1966 and 1969 from 12.0% to nearly 13.0%.) It follows from the peculiar rates of the industrial sectors of the southern Great Plain that this nationwide tendency affected the district in a greater degree. Thus the outstandingly high rate of industrialization is partly due to the rapid development of the cooperative industry.

As regards the structure of the industry and the proportions of its branches, this region is more like the industrially underdeveloped areas of the country. In comparison with the national values the backwardness of the heavy industry is conspicuous. In 1969 its branch share according to the number of those employed amounted to 6.0%, and even according to the index calculated upon the population this region reaches only 40.0% of the national average. (Fig. 5)

The rate of those employed in the heavy industry reflects essentially the same, its value is the lowest among the districts, only 33.0% (while the national value is 59.0%). At the same time of course the tendency of the development must not be disregarded as this is very interesting from the point of view of the district.

1. In the last decade it was the heavy industry among the industrial branches of the district that has developed most dynamically. As a result of this the proportion of the branches has been shifted considerably (Table 3), while in 1963 the heavy industry accounted for 22.0% of those working in the industry, by 1969 this value had risen to 34.0%. The national rate changed similarly, rising from 3—2% to 6.0%. At the root of the rapid development of the heavy industry there is first of all the opening up of the hydrocarbon deposit, and as basically this represents an already formed rate and is hardly going to change in the near future, the rate of growth of the heavy industry is likely to decrease.

2. In four sub-regions of the southern Great Plain the proportion of the heavy industry is nearly the same and so is the rate of its development: in each of them there is a sudden rise from 1967 onward (Fig. 6). This change can no doubt be explained by the development of hydrocarbon exploitation (hydrocarbon exploitation grew to considerable proportions from 1967 onward), but the rise had begun much earlier. It follows from this that the rate of development of the heavy industry of this region surpassing the national average cannot be explained by the hydrocarbon exploitation only; other factors must also have contributed to it. Among others such a factor has been the influence of industrial firms removed from the capital to the provincial areas or the influence of auxiliary firms established in the provincial areas and belonging to industrial firms in the capital. These firms are chiefly branches with a high manpower requirement and they provide employment for the free man-

TABLE 3.

*Distribution of those employed in the socialist industry in the different branches
(southern Great Plain)*

	1963		1964		1965		1966		1967		1968		1969	
	persons	%	persons	%	persons	%	persons	%	persons	%	persons	%	persons	%
Heavy industry	26.969	22.4	31.457	24.2	33.549	25.2	36.722	26.6	40.171	27.0	54.777	32.5	60.138	33.9
Light industry	66.780	55.5	71.464	54.6	72.946	54.8	74.212	53.9	80.159	54.0	83.630	49.7	85.370	48.1
Food industry	26.651	22.1	27.677	21.2	26.555	20.0	26.822	19.5	28.154	19.0	29.948	17.8	31.874	18.0
Total	120.400	100	130.598	100	133.050	100	137.756	100	148.484	100	168.355	100	177.382	100

TABLE 4.

Those employed in the socialist industry (1963—1969) Southern Great Plain

County	1963		1964		1965		1966		1967		1968		1969	
	persons	%	persons	%	persons	%	persons	%	persons	%	persons	%	persons	%
Bács-Kiskun	40.355	33.6	44.102	33.7	44.032	33.1	45.134	32.8	48.838	32.9	55.784	33.1	59.947	33.8
Békés	30.517	25.3	33.589	25.7	34.735	26.1	36.241	26.3	40.051	27.0	46.618	27.7	48.855	27.5
Csongrád	49.528	41.1	53.073	40.6	54.283	40.8	56.381	40.9	59.595	40.1	65.953	39.2	68.580	38.7
Total	120.400	100	130.764	100	133.050	100	137.756	100	148.484	100	168.355	100	177.382	100

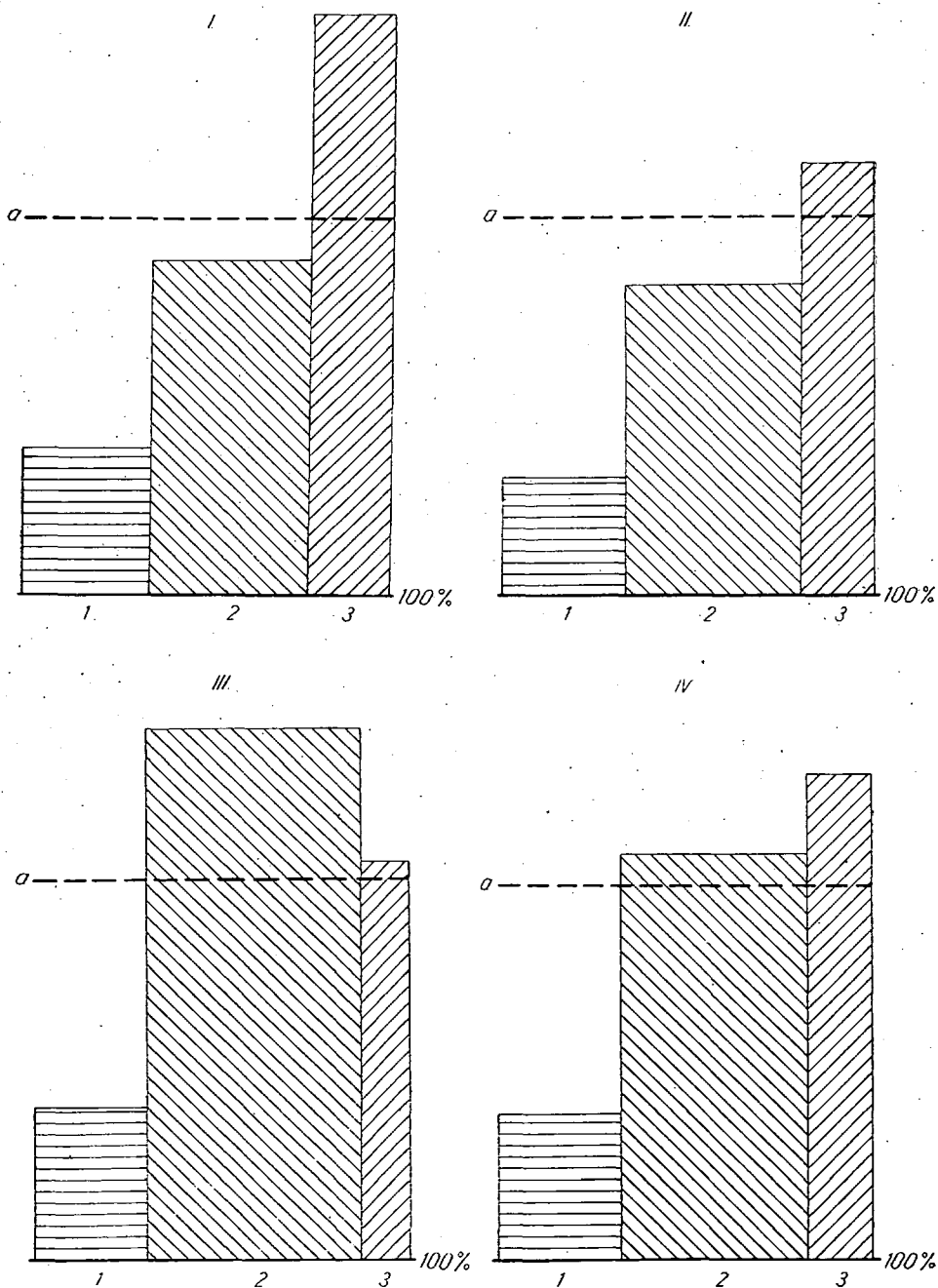


Fig. 5. The structure of the industry of the southern Great Plain on the basis of the number of industrial workers compared with the national value calculated for 1.000 inhabitants

power of the region. Their existence has greatly promoted the industrial development of the region. This tendency must be mentioned particularly, because it is an effective and well tested method of the industrialization of the provincial areas, the continuation of which is certainly desirable: on the other hand it must be realized that it is not the only or most important factor of the development of the region and so it cannot replace the development of other branches of industry based on the possibilities of the region.

The industrial structure of the southern Great Plain is rather complicated as all the basic branches of industry on greater or smaller scale are to be found in it. (Fig. 7) Only a few of these branches have developed to acquire a national importance, but even so 130 products are made the rate of which compared with the population exceeds the national average and with more than half of this the southern Great Plain holds an outstanding place.

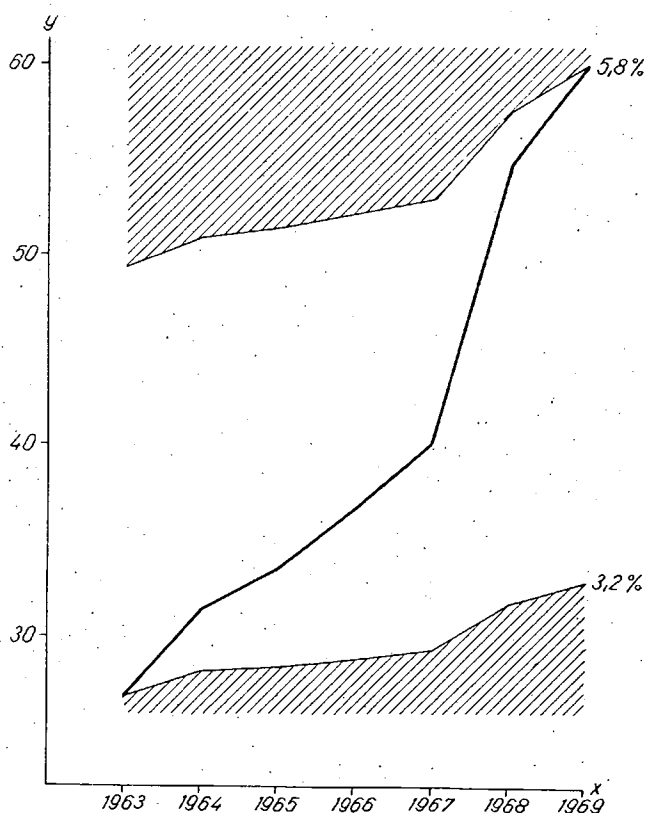


Fig. 6. The number and national rate of those employed in heavy industry (1963—1969)

x = years

y = 1,000 persons

Among the branches of heavy industry crude oil and natural gas exploitation is in the first place. These branches gave 51 and 40% respectively of the production of this country in 1969 and their contribution is to grow considerably in the future. The largest part of the crude oil production is given by Csongrád county (68.0%), and the largest part of the

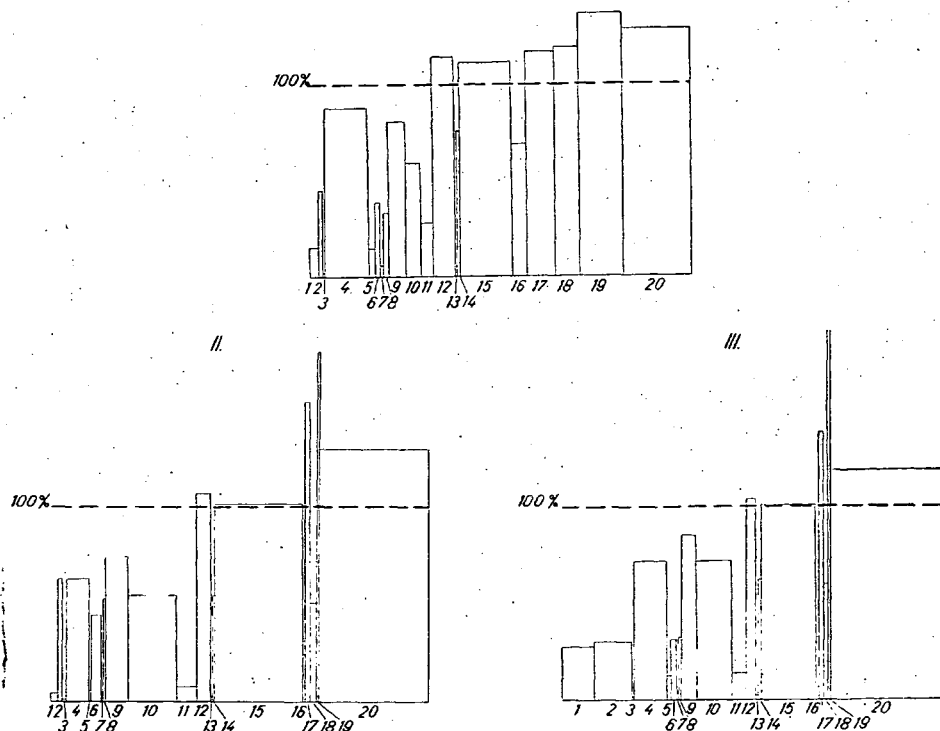


Fig. 7. The structure of socialist industry (in the southern Great Plain) and its relation to the national values calculated for 1.000 inhabitants

I. number of industrial workers

II. electric energy used

III. gross values of fixed assets

1. mining, 2. electric energy industry, 3. metallurgy, 4. production of machines and mechanical equipment, 5. production of vehicles of transport, 6. electric industrial machine production, 7. telecommunication and vacuum technical equipment production, 8. instrument production, 9. metal mass article production, 10. building material production, 11. chemical industry, 12. wood-working industry, 13. paper industry, 14. printing industry, 15. textile industry, 16. leather, fur and shoe industry, 17. textile clothing industry, 18. other industries, 19. handicraft and domestic industry, 20. food industry.

natural gas production by Békés (65.0%) and Bács (34.0%) counties. It seems that the local energy source that has been opened up is of great importance for the agriculture and the industry. However, its effect did not spread to the development of the other branches of industry because

its transportation to the areas possessing heavy industry is more economical.

Local exploitation of part of the natural gas wealth in the district is in progress, especially for communal purposes as well as in the agriculture in combination with thermal water and in the industry as an energy source. Its economicalness is evident considering that the average transportation distance of the one million tons of coal arriving in the district is 269.8 km (the national average is 149 km), its average cost of transportation is 77 Ft per ton, that is twice the sum of the national average (38.— Ft per ton). In spite of this, changing over to heating with natural gas is making only a slow progress, and thus the amount of coal arriving in the district has not decreased significantly and the industry-establishing effect of the local energy has so far been very little.

For the number and proportion of those employed in Bács county the production of machines and mechanical equipment, in Békés county the metal mass products industry rise above the national average. Their high manpower requirement is indicated among others by the fact that their proportion according to the technical indexes is much smaller. The building industry grows to proportions exceeding the local needs in Békés county (e. g. it provides 15% of the burned brick production of the country.)

The possibilities of the development of the chemical industry and precision engineering are a much discussed question. It goes beyond the purpose of this paper to take a stand on this matter with material of evidence. We confine ourselves only to mentioning that the conditions necessary for a greater degree of development of both branches of industry exist in the district:

For the chemical industry the necessary water and raw material supply can be secured along the Tisza and the Danube; workers, research institutes, transport facilities are also available. For the solution of simpler part tasks in precision engineering there are possibilities in the villages and small towns where there is still a considerable manpower reserve. For the solution of the more complicated tasks the situation is mainly favorable in the industrially better developed towns where skilled workers are available and also other conditions can be satisfied.

The wood-working industry is more considerable in Csongrád county where its development has been greatly promoted by the use of the cheap waterway. Unfortunately this possibility is not being used nowadays. The district has no special possibilities for the development of this branch of industry on a larger scale. (For example the average transportation distance of the raw material is 265 km and its direction much agrees with that of the finished products.)

Textile industry is the most important branch of industry of Csongrád county. It has made Szeged a center of light industry with its advantages and disadvantages. It contributed greatly to the industrial development of the town, but at the same time it distorted the distribution according to sex because more than half of those employed in this trade are women. (It is here that the rate of employment of women is highest

in the country). The problems of manpower supply have become chronic in the textile industry and for their final solution it is necessary besides the technical development to widen the branches of employment for men which would lead to an increase also in the female labor power. That is to say that the demand is just the opposite of that in the areas of heavy industry, where the reasonable employment of women is the problem.

Of great importance in the district are the textile, clothing and tricot-weaving industry and the shoe-making industry. They are further developed by increasing their productivity.

A basic industry in all three counties is the food industry with all of its essential branches (except beer and chocolate production). The food industry of the district produces 42% of the slaughtered poultry of the country, 35—50% of the canned food products, 100% of the ground seasoning paprika, 21% of the wheaten flour, 27% of the dry noodles, 19% of the sugar, and 56% of the salami and Gyulai sausage. The conditions of the district are optimally suitable for the orientation of raw material of this branch of industry. This is proved among other things by the small average distance of raw material transportation (71 km). The rate of development of this branch of industry is a function of the agriculture, for it constitutes a close production complex with the latter. The association of the agriculture and the food industry is so close that even from the point of view of economic geography it is proper to speak of food economy. Among other things this also proves that the development of a given area cannot and must not be examined only from the point of view of industry and the economic levels of the districts must not be identified with the level of the industry. It occurs in micro districts and sometimes even in larger units that the main problem of progress is the development of the agriculture, which when extended, entails the development of other branches as well.

Considering the favorable conditions of the agriculture in the southern Great Plain the development of the food industry is a nearly permanent task. A double tendency has in recent times manifested itself in this area, a tendency that is going to continue. On the one hand modern specialized branches, such as conserve, meat, and other industries considerably increased their productive capacity by reconstruction or by creating new plants, on the other hand the cooperatives have created industrial ancillary plants and thus they market their products as semi-finished or finished articles instead of as industrial raw materials. There are many contradictions between the two kinds of development, especially because the ancillary plants of the cooperatives are rivals to the state industry and the latter, taking advantage of their more favorable wage system have intensified the migration of manpower and made more difficult the manpower supply of the state factories. Both farms of the food industry have not inconsiderable possibilities of development in the future.

The briefly outlined industrial structure is completed by the handicraft industry and the public supply industry.

No essential change can be expected in the industrial structure of the southern Great Plain in the 70's. The food industry will keep its position, the light industry will lose from its proportion, its place will be taken by heavy industry. Within the heavy industry mining represents already a stable proportion; as regards the chemical industry, the machine industry, within it precision engineering, the telecommunication industry, that is, the engineering branches with high working power requirement, it can be expected that their proportion will grow.

The territorial differences in the development of industry

The rapid industrial development of the last decade has undoubtedly worked toward a substantial decrease of the territorial differences, without eliminating them. The general tendency of development of the district is composed of territorially very different processes and this is naturally concealed by the average figures. From the point of view of the development of the industry the possibilities are different from district to district, but also often within one district (degree of industrialization, the process of the reproduction of manpower, the function of the agriculture, its standard, conditions of communication, water supply, etc.). Besides different conditions the industrial development, when analyzed for smaller territorial units, is of periodic character. The establishment of a medium-sized plant causes a sudden change in the employment figures and the technical indexes of an industrially less developed district. Taking this into consideration I try to demonstrate in the following the territorial differences in the changes of the last 5—10 years.

The growth of the industry of the district has exceeded the national average. The number of those working in the industry rose in 1165 to 1969 by 3%, the gross value of the fixed assets by 73%, and the electric energy used by 56%. These values are different in the different counties. The number of the industrial workers rose much more rapidly in Békés and Bács counties (by 41 and 40% respectively) than in Csongrád county (22.5%). The situation is the same in the use of electric energy. On the other hand, the gross value of the fixed assets presents a reverse picture in Csongrád county, where it grew to nearly its double (by 93%), while in Bács county it grew by 75% and in Békés county „only” by 44%.

This varied rate of growth is in agreement with the possibilities of the district. In Bács and Békés counties, where there is still a considerable manpower reserve, industrialization has been of an extensive character. In Csongrád county, however, it is becoming more and more of an intensive character. (This refers chiefly to Szeged as the growth of employment in the districts and the smaller towns as Makó, Szentés, Csongrád, etc. was similarly high as in the two neighboring counties.) The outstanding rates of Csongrád county and next after it Bács county regarding the growth of fixed assets are explained by the rapid development of the crude oil and natural gas exploitation.

The above-mentioned differences of development have noticeably

changed the rates of the three counties as compared with each other. The rate of Csongrád county regarding the number of those employed (Table 4.) and the electric energy used considerably decreased (by 3%), while regarding the gross value of fixed assets it increased its advantage by 6% at the expense of Békés county (with a decrease of 6.2%).

The differences in the development of the towns and districts are not surprising as their conditions are quite different and the districts represent much lower levels. The number of industrial workers per 1,000 inhabitants is 54.7 persons in the district as against 238.3 persons in the towns. Thus a mechanical comparison of the rates of development leads to unsound generalizations. On the other hand, it makes it possible for us to draw a few conclusions.

In 16 districts of the southern Great Plain the growth of the number of those working in the industry shows considerable differences ranging from 2% to 138% in the period 1965—1969 (Fig. 8). The extremely high values in the case of the districts of Kiskunfélegyháza (139%) and Orosháza (105%) are due to the development of natural gas and crude oil exploitation and the development of small plants based on agricultural raw materials. The unusually high indexes (67 to 78%) of the districts developing at a higher than average rate (the districts of Szentes, Kécskemét, Gyula, Kiskunhalas and Szarvas) find their explanation first of all in the development of the food industry and the cooperative industry. On the other hand, from the slow growth of employment in the districts of Kalocsa (2%), Makó (16%) and Baja (18%) it does not follow uniformly that the industry is stagnant, for in the district of Makó the value of fixed assets rose threefold, the use of electric energy twofold. The situation is essentially the same in the district of Kalocsa too. (The gross value of fixed assets grew by 53%, the use of electric energy by 102%). Only in the case of the district of Baja are all the indexes pretty low. The rapid rise of the technical indexes in the district of Makó is due to oil mining.

There is little connection in the districts between the rise in the number of those working in the industry and the already existing degree of industrialization; only the district of Békés represents a higher level, twice as high as the average, and at the same time a lower growth rate (Fig. 9).

The growth rate of the gross value of fixed assets in the district shows a much more varied picture than we have seen in the case of the number of those employed (Fig. 10). The extreme values are of course due to the considerable amount of investment stocks necessary for the exploitation of crude oil and natural gas. It is interesting that the districts of Orosháza and Mezőkovácsháza figure with even lower than average indexes because the majority of the investments connected with the exploitation of hydrocarbon were made in an earlier period, and regarding the value of fixed assets per head they thus stand far out among the other districts in 1965.

In comparison with the towns the development of industry was in all respects quicker in the districts.

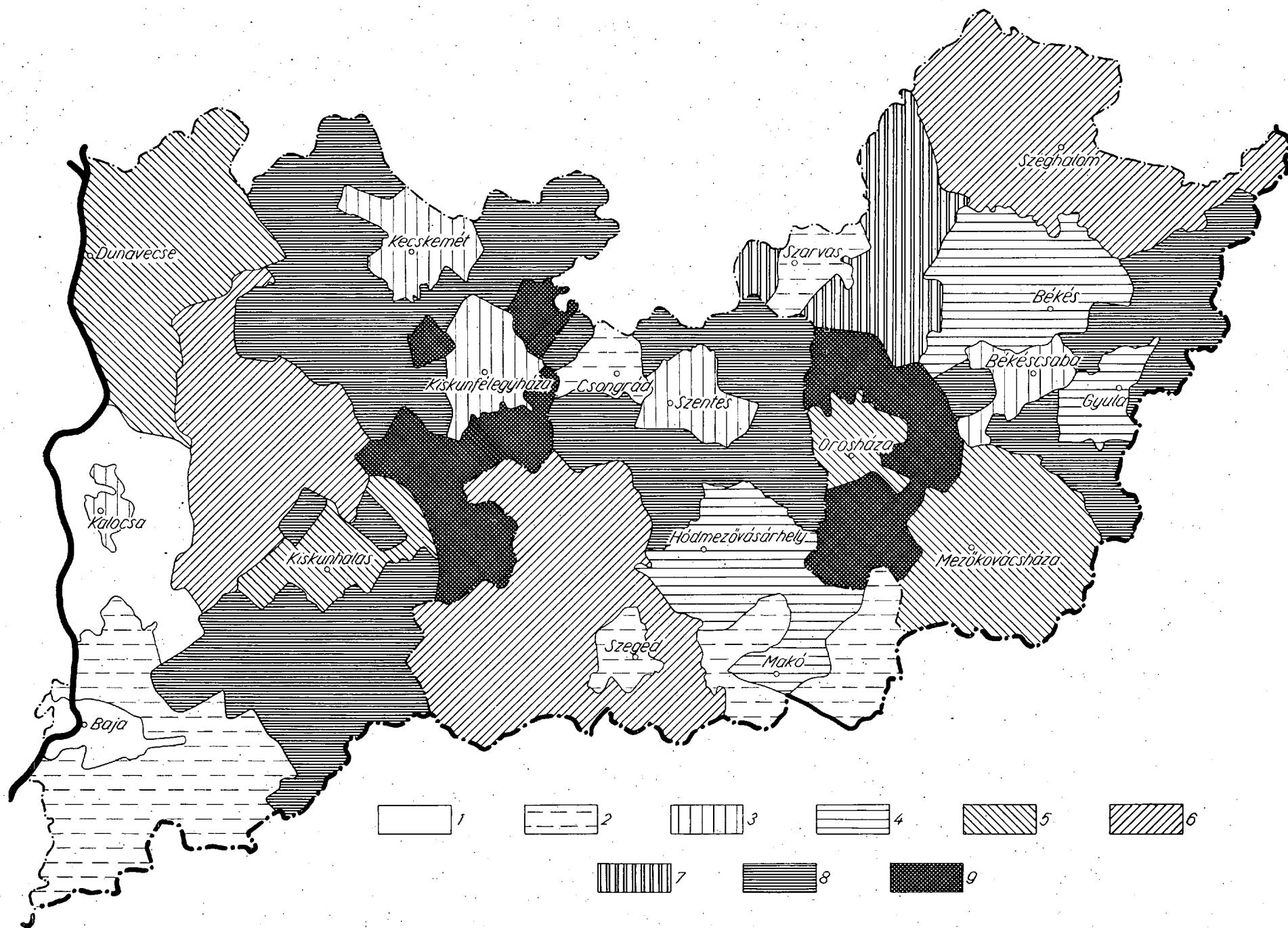


Fig. 8. The growth of those working in the industry in different districts and towns (1965—1969)
 1 = 0—10%, 2 = 10—20%, 3 = 20—30%, 4 = 30—40%, 5 = 40—50%, 6 = 50—60%, 7 = 60—70%, 8 = 70—80%, 9 = more than 80%.

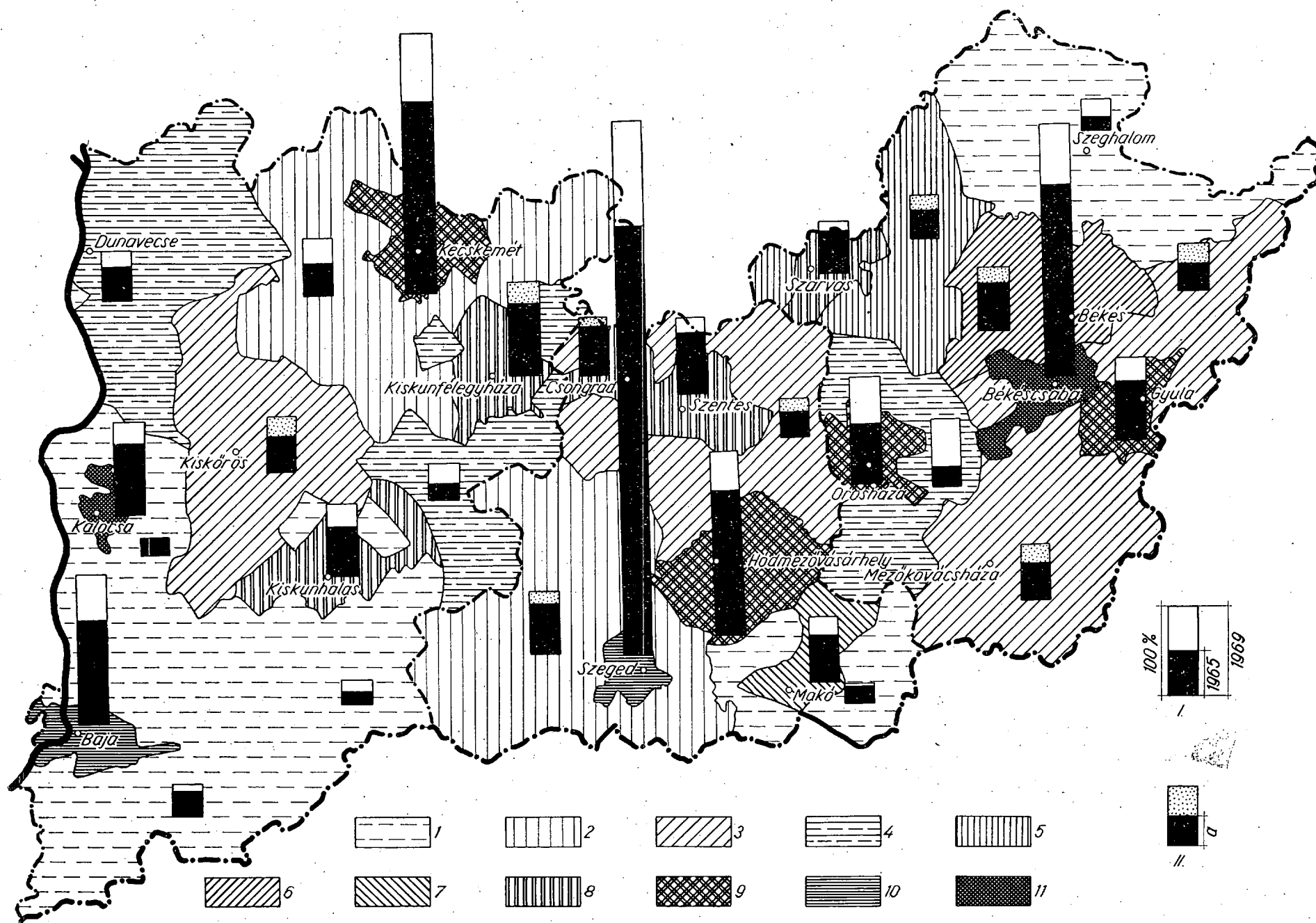


Fig. 9. The number of industrial workers (in 1965–1969) and their proportion calculated for 1,000 inhabitants (1969)
 1 = 40 persons, 2 = 40–50 persons, 3 = 50–60 persons, 4 = 60–70 persons, 5 = 70–80 persons, 6 = 80–90 persons, 7 = 90–100 persons, 8 = 100–150 persons, 9 = 150–200 persons, 10 = 200–250 persons, 11 = 250–300 persons, 12 = more than 300 persons.

The growth of industry in 1965—1969 (Southern Great Plain)

	Electric energy used	Gross value of fixed assets	Number of those em- ployed
Districts	162.1	207	144.1
Towns	148.7	150.7	123.6

In consequence of this the proportions changed in favor of the districts:

	Electric energy used		Gross value of fixed assets		Number of those employed	
	1965	1969	1965	1969	1965	1969
Districts	17.5	21.4	23.9	27.8	23.6	24.8
Towns	82.5	78.6	76.1	72.2	76.4	75.2

It evaluating the figures certain circumstances must absolutely be taken into consideration.

a) The real difference in the given figures is by about 2% greater in favor of the districts because in 1965 Szarvas figures in the data of the districts and in 1969 in the data of the towns.

b) The quick growth of the fixed assets and the associated great rise in the case of the districts are connected with the development of the natural gas and crude oil exploitation. If we set apart the two districts rich in hydrocarbon (the districts of Szeged and Kiskunfélegyháza) then we receive quite different results. Thus for instance the gross value of fixed assets in comparison with the towns fell from 22.5% to 20.6%, the value of the electric energy used remained unchanged at 16%, and only the number of those employed grew. In spite of the fact that in some districts the growth of the number of those employed was very slow (e. g. in the districts of Kalocsa, Baja, and Makó), the data prove that in the majority of the districts of the region the rapid industrial development was of extensive character and took place mainly by the creation of new workplaces.

c) The industrial development of the districts was chiefly based on the free manpower and was intended to employ it. The positive effect of this is perceptible in the substantial decrease of the migration out of the area, although undoubtedly this is not the only cause of the mobility of the rural population.

d) The coefficient of correlation between the number of those employed in the industry (1965) and the growth rate of employment (1965—69) is negative in the region; $r = -0.52$, that is to say that where the number of those employed was greater, the rate of growth was smaller. The number of those employed accounts for 27% of the growth rate.

If the number of industrial workers calculated for 1,000 inhabitants increases by one person, this causes a 0.19% decrease in the growth rate. In the relation of the districts this correlation is much loosed and therefore negligible.

e) Apparently these two processes were at work in the industrial development of the districts; one was the investments connected with the exploitation of hydrocarbon which are of national importance, the other was the cooperatives and the smaller workplaces created by the building of small factories based on the local possibilities, manpower and agricultural raw materials which serve chiefly local purposes. The growth rate of both tendencies is likely to decrease in the future. The number of those employed in the exploitation of hydrocarbon will not grow essentially, and the increase of the number of those working in the local cooperative ancillary plants and in the cooperative industry is also limited. The dimensions of the latter are limited by the manpower reserve and the local market conditions. In case it became oversized, it might disturb the manpower supply of much more productive industry and even agricultural production. The dimensions and methods of socialist industrialization should not be limited to the level of districts and the material means should not be dispersed between the districts. The larger investments must be concentrated on certain places and the main part of the necessary manpower must still be supplied by the agricultural areas. Therefore we cannot approve of the tendency that every district should try by all means to employ the manpower reproduced or become free on its territory. The territorial „redistribution” of manpower can be realized rationally on a higher level than that of the districts, e. g. on the level of mesoregions.

Industrial development is undoubtedly one of the most important elements of urbanization; therefore it is worth while to record the changes that have taken place in the last ten years. The growth of the urban population of the district in 1960 to 1970 remained far below the national average with only 13.3%. However, a very important change is behind this apparently small growth: in 1960 the migration balance of 7 towns out of 14 was still negative, in 1965 it was negative in 5, and in 1970 migration into all of these towns exceeded the number of those moving out. This means that behind the 13.3% growth there is also the modest growth of the population of the smaller towns, but as it is the beginning of a process opposed to the earlier one, it is a very important phenomenon.

The rapid industrial development of the towns of the district is indicated by the growth of the number of those working in the industry per 1,000 inhabitants. This number was only 139.5 persons in 1960, 183 persons in 1965, and in 1969 it was already 228.5 persons, which is a change of 63%. In terms of absolute numbers the growth was somewhat faster: 71,565, 98,976, 132,373 persons respectively, which means a change of 85%.

The quick industrial development makes itself felt of course first of all in the growth of the urban population, but later on it will favor-

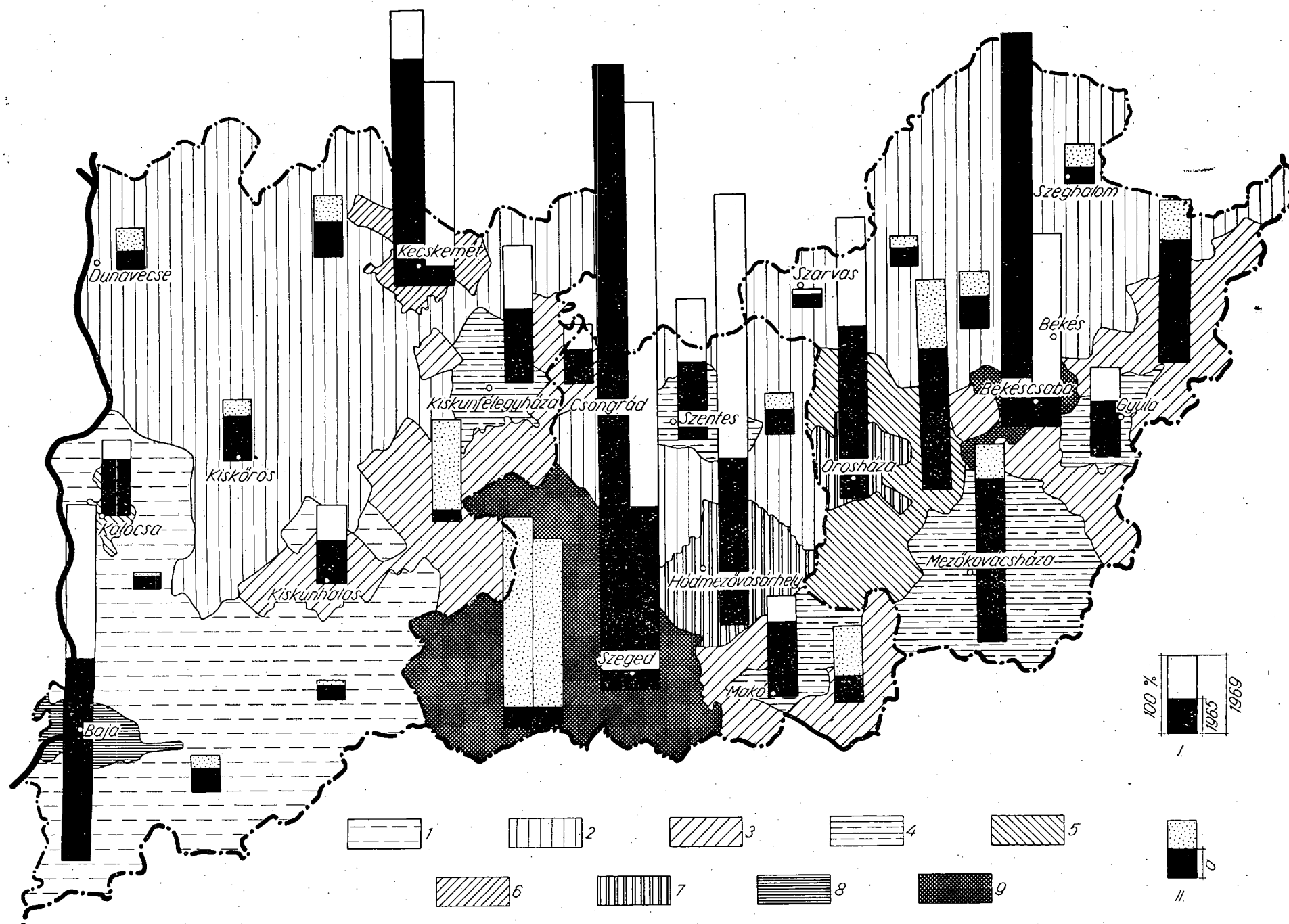


Fig. 11. The gross value of fixed assets per head of population (in 1969) and its rate of growth (1965-1969) in the southern Great Plain

I. in town, II. in districts

1 = 2000 Ft, 2 = 2000-4000 Ft, 3 = 9000-10 000 Ft, 4 = 10 000-15 000 Ft, 5 = 15 000-20 000 Ft, 6 = 20 000-25 000 Ft, 7 = 25 000-30 000 Ft, 8 = 30 000-35 000 Ft, 9 = more than 35 000 Ft.

ably influence the process of reproduction of the population, the composition of the population, and many factors of urbanization.

The regularity in the rate and dimensions of the industrial growth is primarily connected with the order of magnitude of the towns (Table 5).

Table 5.

Correlation coefficient of the towns of the southern Great Plain between the number of the population and the development of industry

With Orosháza					
	Population	Employment in industry	Electric energy consumption per head	Motive power per head	Value of fixed assets per head
Population	—	—0.61	0.35	0.52	0.24
Employment in industry	—	—	0.10	—	0.18
Without Orosháza					
	Population	Employment in industry	Electric energy consumption per head	Motive power per head	Value of fixed assets per head
Population	—	—0.61	0.58	0.74	0.34
Employment in industry	—	—	0.52	—0.85	0.09

(In consequence of the establishment of a glass factory Orosháza figures with extreme values in all respects, but especially in the technical indexes; this is why it is proper to set the town aside in determining the general tendency.)

a) The growth of the number of those employed in the industry is inversely proportional to the order of magnitude of the towns. The coefficient of correlation between these two factors is $r = -0.61$, i. e. the number of population influences the change in industrial employment in a measure of 37%. If the towns are classified in order of magnitude it will be seen that the growth was most intense in the lower categories and weakest in the higher categories.

b) Directly proportional to the order of magnitude of the towns is the growth of motive power. The coefficient of correlation between these two factors is $r = 0.74$, that is, the connection is fairly close. (Table 6).

TABLE 6.

The growth of the number of industrial workers and the growth of motive power in the urban areas of the southern Great Plain in order of magnitude

Population group (1000 pers.)	Year	Total population		Number of industrial workers		Industrial workers per 1000 inhabi- tants		Motive power per worker		Without Orosháza
100—120	1960	98.942		23.225		230		1.2		
	1965	113.594	114.8	29.534	127.1	266	115.6	1.7	145.9	
	1969	118.490	104.3	34.230	115.9	288	108.3	2.6	150.5	
	Total 1960—69		119.7		147.3		125.2		219.6	
50—80	1960	170.546		24.313		143		1.4		
	1965	177.813	104.2	32.898	135.3	185	129.3	1.8	123.8	
	1969	185.689	104.4	44.220	134.4	238	128.6	2.1	115.3	
	Total 1960—69		108.8		181.8		166.4		142.8	
30—40	1960	157.330		15.205		96		1.3		
	1965	159.281	101.2	22.200	146.0	139	144.8	1.7	131.2	118.2
	1969	164.422	103.2	31.355	140.7	190	136.7	2.3	137.7	120.5
	Total 1960—69		104.5		205.5		197.9		180.9	143.3
16—30	1960	104.098		10.068		96		1.3		
	1965	106.536	102.3	16.426	163.1	154	160.4	1.5	105.7	
	1969	110.526	103.7	22.668	130.0	205	133.1	1.4	95.9	
	Total 1960—69		106.1		225.1		213.5		101.4	

c) The correlation can be demonstrated also between the

1. size of the towns and the use
2. of electric energy per worker and the growth
3. of the gross value of fixed asset,

($r = 0.58$ and 0.34) but it is somewhat weaker than in the case of motive power.

d) It follows logically from what has been said that the rate of the growth of motive power was contrary to the rate of growth of the number of the industrial workers; the correlation coefficient between the two is $r = -0.84$, its value is negative, i. e. it is inversely proportional.

It appears from the table that from the point of view of the growth of the number of industrial workers practically three groups form similarly to the network of settlements: the group of towns with 20—30 thousand inhabitants where the growth of the population was very rapid, but the growth of the motive power calculated for those employed was very small: then the group of middlesized towns (with up to 50—80 thousand inhabitants), where the industrial development is better balanced and the change of both indexes comes near to the average of the region, and finally in the case of Szeged the slow growth of the number of industrial workers was combined with a very rapid growth of motive

power. The conclusion that can be drawn from the tendency here described is important from several points of view:

1. The industrial development of the region in the 60's was quite different from what it had been in earlier decades. It was first of all the small towns (with 20—30 thousand inhabitants), i. e. 10 out of the 14 towns of the region, that suffered on account of the slowness of the industrial development of the earlier period. The effect of this is still strongly felt in the reproduction of the population. (In 1969 the figures of the natural growth of the population were negative in 5 towns of the country and all of them were towns of this region). The natural growth of the population in the sixties, as compared with the preceding decade, decreased in a much greater measure than the national average. (from 5.4‰ to 1.1‰).

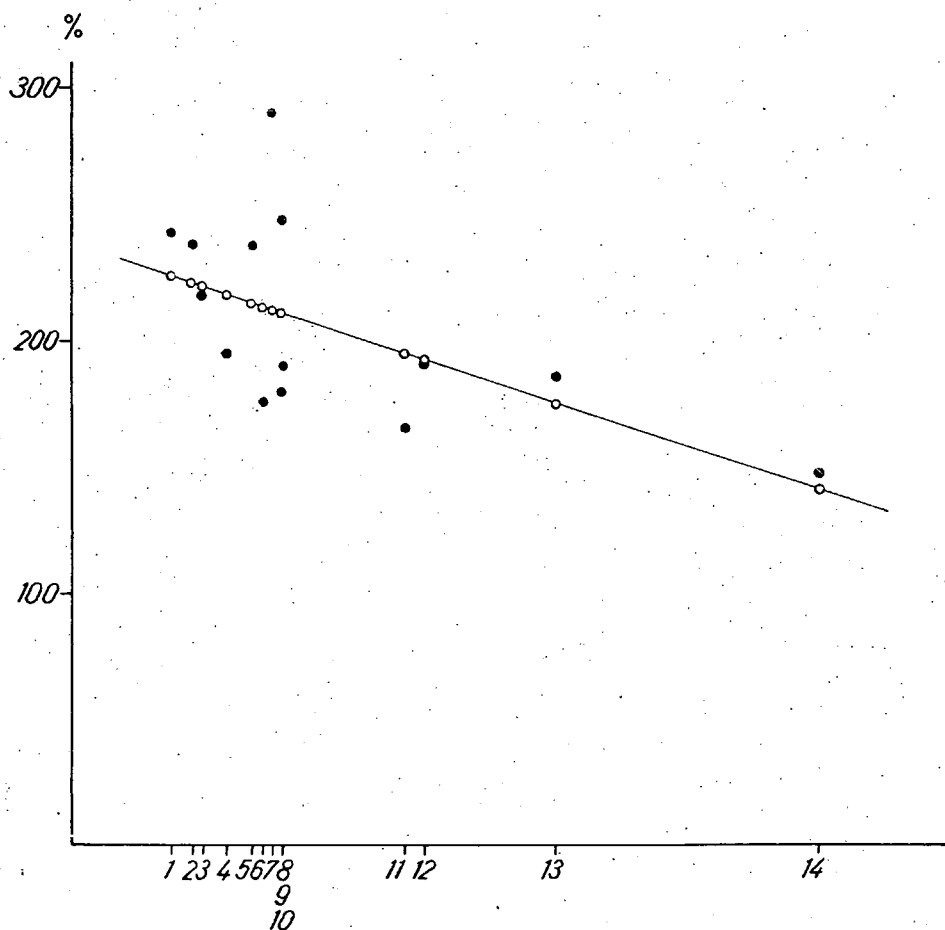


Fig. 12. The correlation between the changes in the population and industrial employment

In consequence of emigration from the area the proportion of the older age groups grew and of course the mortality rate index too, but as this has been exceeded in the last years by the number of births, a tendency contrary to that of the preceding decade begins to prevail, i. e. the natural growth of the population is slowly increasing. It is interesting that this process varies according to the categories of the towns. In the case of Szeged the mortality rate has remained unchanged, and thus the natural growth of the population has increased here most. Similarly positive is the change in the next two groups. In the lowest category, however, there has been no essential change in spite of the growing birth rate because the mortality death rate is very high here.

The connection between the demographic indexes described above and the rate of industrial development is evident and it even indicates the phase difference. The change took place in every respect first in the large towns and thus it can with good reason be expected that the changes of the last years will restore the demographic balance also in the towns belonging to the lowest category.

The slowness of industrialization in earlier decades did not favor the communal development of the small towns either, and thus they remained far behind in the building of apartment houses, the equipment of the apartments, the development of the network of streets, etc. This harmful, extremely unfavorable process was halted by the quick industrial development of the last period, the effect of which is already noticeable (the amount of communal investments has considerably grown, etc.), but its full working can be expected in the future.

2. The great growth of the number of industrial workers was not accompanied by a similar growth of motive power especially in the small towns. It clearly follows from the different tendency that while in the larger towns, especially in Szeged (where the growth of motive power per one person employed rose twofold), besides the creation of new workplaces the technical development (reconstruction in the majority of the plants) is also on the proper level, in the lower categories it was nearly exclusively the extensive method of industrialization that pre-

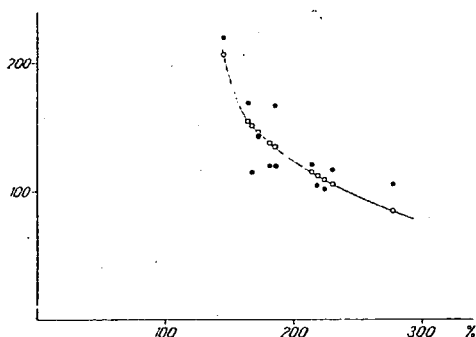


Fig. 13. The correlation between the growth of industrial employment and the change of the motive power per one person employed

vailed: the aim was to create new workplaces, therefore a number of industrial plants with little manpower requirement were built or the already existing ones were enlarged.

In the present phase of the development when useful employment of the free manpower, quick production or marketing of articles in short supply, decentralization of certain branches of the food industry or territorial distribution of the working processes in order to bring processing nearer to the raw material present problems in the district and the development of the small towns is a headache and a heavy burden, it is understandable that the extensive method of industrialization seemed to be the most practical. We must realize, however, that this method is limited in time and in respect of possibilities and that in the future it can be used with less and less efficiency.

The conditions are different from town to town and from district to district. There are essential differences in the employment of manpower depending on the structure of the agriculture, the attraction of larger towns, transport, etc. Accordingly, significant differences can be found in the conditions of the industry and even in the conditions of the development of the network of settlements. The territorial development plans reckon just with these differences when they try to take into account the possibilities and suitable methods of development in each area unit separately.

It is not enough to survey the problems of the development of the economic life on the level of regions or sub-regions. This would provide sufficient information only for the preparation of national plans. The long-term plans of the local directing organs can be prepared only if the natural and social conditions influencing the economic and social processes are known with all their differences.

Do we have the suitable body of knowledge for this? Are the possibilities of economic development explored in every micro-region? Unfortunately these things are only partly known.

In the near future the solution of a host of problems must be worked out: the balance of manpower on the level of microregions must be drawn up, the attraction spheres of the towns (together with the villages becoming urbanized) must be determined, the possibilities of these units must be surveyed especially from the point of view of the development of the industry. The tendencies of development, the rate and method, etc. of the development of each settlement or micro-region can be determined only with a concrete knowledge of the local possibilities, taking care that the development of the specialization based on the conditions of the region should not overshadow the exploitation of the local possibilities and vice versa and that the too wide use of local small plants should not interfere with the vigorous development of the modern specialist industry and agriculture. It is evident that the rise of the country and of the economic region is determined by the latter.

TABLE 7.
The demographic indexes of the towns of the southern Great Plain

Population	Population total 1000 persons		Number of births				Number of deaths				Nat. growth of pop.				Nat. growth of pop.			
	persons		1960		1969		1960		1969		1960		1969		1950—60		1960—70	
	1960	1969		‰		‰		‰		‰		‰		‰	per-sons	%	per-sons	%
100—120	100	118	1114	10.2	1684	14.2	1122	11.3	1345	11.3	-108	-1.1	339	2.9	3691	4.3	501	0.5
50—80	171	186	2261	13.2	2827	15.2	1812	10.6	2103	11.3	449	2.6	724	3.9	13011	7.6	4912	2.6
30—40	157	164	1904	12.1	2274	13.8	1970	12.5	1997	12.1	-66	-0.4	277	1.7	6993	4.4	265	0.2
16—130	104	111	1353	12.9	1503	13.5	1242	11.9	1522	13.7	111	1.0	-19	-0.2	5104	4.9	498	0.4
Total	532	579	6532	12.3	8288	14.3	6146	11.6	6967	12.0	386	0.7	1321	2.3	28799	5.4	6176	1.1

Literature

1. *Enyedi György* (1970): Az Alföld gazdasági földrajzi problémái (Economic geographic problems of the southern Great Plain) — Földrajzi Közlemények, 1970. 3. sz.
2. *Kóczyán Zoltán* (1965): Bács-Kiskun megye városai a városodás és városiasodás útján. (The towns of Bács-Kiskun county on the way of urbanization) — Megyei és Városi Statisztikai Ertesítő 15. évf. 8. p. 365—395.
3. *Kórodi József—Márton Géza* (1968): A magyar ipar területi kérdései. (Territorial problems of Hungarian industry) — Kossuth Kiadó. 1968.
4. *Krajkó Gyula* (1968): Einige prinzipielle und praktische Fragen der Rajonierung Ungarns. Acta Geogr. Tomus VIII. Szeged.
5. *Krajkó Gyula—Móricz Ferenc* (1969): Die Arbeitskräftelage der Stadt Szeged. Acta Geogr. Tomus IX. Szeged.
6. *Tóth József* (1967): Der Zuwachs der ungarischen Städte zwischen 1960—65. Acta Geogr. Tomus VII. Szeged, 81—104. p.
7. *Tóth József* (1966): Die Arbeitskräfteanziehung der Städte in südlichen Teil and der Grossen Tiefebene (Süd-Alföld) Acta Geogr. Tomus VI. Szeged. 89—126. p.

THE RELATIONS OF THE HEALTH CENTERS OF THE SOUTHERN PART OF THE GREAT HUNGARIAN PLAIN

BY

I. PÉNZES-J. TÓTH-D. BÉLA

The Hierarchy of public Health Institutions

According to the evidence of statistical yearbooks the health service of this country holds a distinguished place even in comparison with other, economically much more highly developed countries. In spite of the favorable statistical indexes we find that the public health institutions of the country are overcrowded and those employed to cure the sick are overburdened. The clinics and hospitals of the towns of the southern Great Plain can admit patients only in case of immediate danger of life, i. e. on an urgency basis and during the period of treatment cannot ensure full rest for those in need of it on account of the above-mentioned facts. Of course not all of our hospitals are struggling with such problems, but the current situation is causing great trouble to the central establishments.

Very many factors have contributed in recent years to the development of the current difficult situation. Among others the basically favorable fact itself, that today nearly everybody in this country is ensured and thus hospital treatment is now available to everybody and the fact that owing to the accelerated life tempo of our age the so-called civilizational and urbanizational diseases oblige more and more people to take advantage of hospital treatment.

In the course of an earlier survey of the public health conditions of Szeged we came to the conclusion that the hospitals of the town ensure medical care not only for the population living here, but exert attraction of greater or lesser intensity also on the population of the whole of Csongrád county and the population of the neighboring Bács and Békés counties as well. From data collected in 1967 we established that the public health care attraction of the town of Szeged is not confined to the territory of the counties in the southern part of the Great Plain, but it extends even over the south-western part of Szolnok county and the northern part of Bácska county. Therefore, in the course of the survey of 1968, the Department of Economic Geography of Attila József University collected the data of all the public health establishments of the three most intensively attracted counties in order to precise the primary area boundaries and hierarchy of the centers of attraction and the inter-relations of the patient-supplying areas.

Owing to the fact that they often serve special purposes the different health service establishment play different roles in medical treatment, which produces differences not only between establishments of different kinds but also of them within the same category and can be seen

with difficulty or not at all from the numerical data. Thus between certain categories a distinction can be made at the most only on the basis of experience (e. g. on the basis of the degree of severity of the disease), the factual proving of which is very difficult. Taking these things into account we classified these health service establishments into three categories. Distinction between hospitals and clinics was the easiest. The task of the first is medical treatment, the task of the latter is besides this teaching and research activity. Therefore we put the clinics on account of their function on a higher level into category I, consequently the hospitals into category II, and finally the maternity homes into category III.

TBC and other sanitaria aswell as special — purpose hospitals on account of their special tasks — were also put in category I.

The greatest difference in attraction is seen between the hospitals and the maternity homes. The difference in the attraction of the clinics and hospitals appears chiefly in the secondary and tertiary spheres of attraction and in the different numbers of patients coming from outside their areas.

The differences depend on the number and types of departments in the given hospitals, the equipment of the establishments, the number of beds, etc. The better the equipment of a hospital, the more it approaches the clinical level in its medical treatment.

The spread of the primary attraction spheres of the hospitals also depends to a great extent on their legal status.

The sphere of attraction of the county hospitals is generally wider than that of the city hospitals or hospitals of other legal status. Here the relation between cause and effect is very simple. The county hospitals generally function in the county towns, that is in principle the largest settlements of the counties, which again means on the one hand the presence of highly qualified doctors, as the hospitals of the larger towns drain away the bettertrained, more experienced specialists from the hospitals of the smaller settlements, on the other hand it means better and more modern equipment. If a county hospital of the southern Great Plain functions elsewhere than in the chief town of the county on account of administrative regulations (as in Csongrád and Békés counties), its power of attraction shows a strong connection with the degree of urban character of the seat of the hospital.

The difference between categories II and III (hospitals and maternity homes) is so essential that the latter cannot form an attraction sphere against the hospitals. Owing to their more one-sided task (their activity being limited to assistance in deliveries) they are linked with one or another hospital. Only those maternity homes form an exception whose geographical location (owing to the distances) necessarily imposes independence on these establishments. There are two such maternity homes in the southern Great Plain: that of Szeghalom and that of Medgyesgyháza.

Those treated in the maternity homes cannot be considered patients, because we cannot speak of sick-nursing or medical treatment here, as in

case of complications in childbirth or abortion the hospitals or clinics or other special nursing establishments of the district take care of the female patients.

In the cases of delivery in the clinics and hospitals, however, the complicated cases cannot be filtered out from the general. In principle only gynecological cases are admitted to the clinics. At the central establishments, however, the maternity hospitals and maternity wards perform the duties of maternity homes. This role is more prominent in the hospitals than in the clinics.

The Territorial Relations of the Public Health Institutions

A) There are altogether 48 sanitary establishments in the southern Great Plain where 226,275 patients were attended to in 1968.

On the basis of statistical and cartographic survey and evaluation of the data connected with this, the situation can be summarized as follows:

The largest number of patients were attended by the sanitary establishments of Csongrád county, the smallest number by the sanitary establishments of Békés county:

1. There are no clinics in Bács and Békés counties, so the number of those attended and belonging to category 1 is very small in these counties.

a) In *Bács county* there are only two special TBC sanatoria in which altogether 243 patients were attended in 1968.

b) In *Békés county* the situation is similar. There is a TBC sanatorium at Szeghalom and at Attila József settlement belonging to Gyula. These sanatoria especially that of Gyula treat more patients than those of Bács county. In 1968, 1234 patients were treated in these establishments.

c) *Csongrád county* holds a special, prominent place not only in the southern Great Plain but also on a national level in respect of clinics and special establishments.

There are in

Szeged

11 clinics

1 children's hospital

Deszk

a TBC sanatorium

Kútvolgy and

a TBC bone TBC

Kakasszék

sanatorium

In the establishments of the first category of Csongrád county 25,055 patients were attended in 1968 without the data of the obstetrical clinic, that is more than 30 per cent (30.36 per cent) of the total number of patients attended in the county.

2. The three counties have a roughly equal number of hospitals (category II). In Csongrád county there are 5 hospitals in Bács county 5,

and in Békés county 4. These sanitary establishments are located in 13 settlements. (In Szeged there are 2 hospitals).

a) Not counting the patients of the obstetrical departments, in 1968, the most patients were attended in the hospitals of Csongrád county, the fewest in the hospitals of Békés county.

We have already mentioned in the introduction that parturition and abortion cannot be classed with the other diseases; therefore we evaluated the patients of the obstetrical clinic and of the obstetrical departments of the hospitals separately in the comparative statistics.

3. The role of maternity homes, which are classed in category III, is the most important in Békés county.

a) In this county there are 8 maternity homes. (The one of Medgyesyháza even has a health service district). In 1968 23,757 persons were treated at the obstetrical departments of the hospitals and in the maternity homes of the county. Of these 8,014 persons that is 38.14 per cent of all the child-births and abortions were attended in the maternity homes.

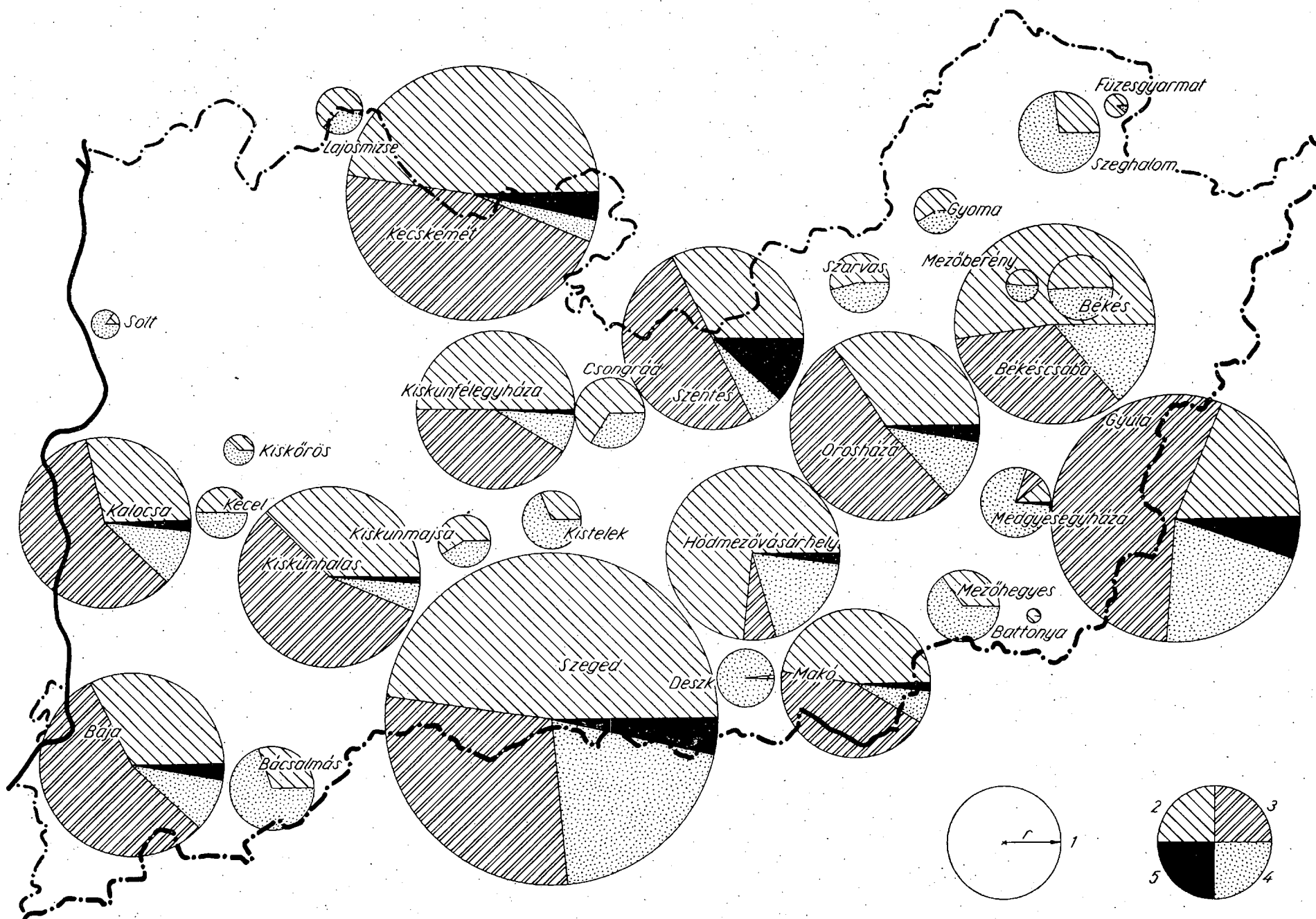
b) None of the five maternity homes in Bács county has a district-forming role, because all of them are overshadowed by hospitals. In these maternity homes 3,915 persons were attended in 1968, that is 12.07 per cent of all patients.

c) In Csongrád county (in Kistelek and Csongrád) there are maternity homes, in which 2,732 persons, i. e. 10.96 per cent of all the obstetrical patients were attended in 1968.

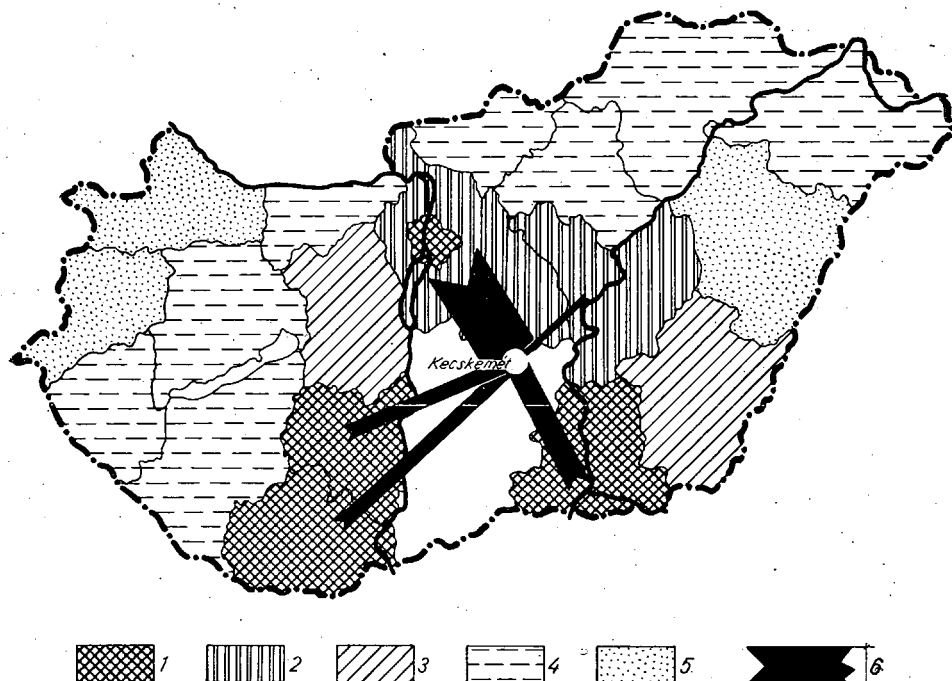
d) The distribution between categories I and II of the obstetrical cases attended outside the maternity homes is characteristic only in Csongrád county. Here the distribution of the patients between the two types of institutions, the obstetrical clinic in Szeged and the obstetrical departments of the hospitals, in approximately 50—50 per cent. (This means that the obstetrical clinic was obliged to organize itself for large-scale assistance at childbirth, which is a very different thing from its original destination.)

The distribution of the patients according to the groups of establishments and the counties is shown in *Table 1*, while the total number of patients attended at the health institutions of the 30 settlements of the southern Great Plain as well as the ratio of patients from the same places, from the districts, from the areas beyond the respective districts, from the counties of the southern Great Plain, and from other counties is shown in *Fig. 1*.

B) In 1968 5,371 persons from the counties neighboring on the district and from remoter areas of the country were treated in the public health institutions of the southern Great Plain. Relatively important is also the number of patients from abroad. There were 569 patients from Yugoslavia and 105 patients from other countries. The intensity of the attraction of the health institutions of the southern Great Plain is shown in *Figs. 2, 3, 4, 5 and in Table 2*. In the preparation of the figures the



1. The number of patients attended in the sanitary centers of the southern Great Plain.
1. $r = 5,000$ persons
2. Local patients attended from the sanitary center.
3. Patients attended from the sanitary district.
4. Patients attended from the area of the southern Great Plain.
5. Patients attended from outside the area of the southern Great Plain.



2. The nationwide attraction of the sanitary establishments of Bács-Kiskun county. The intensity of attraction on the basis of the number of patients per 10,000 inhabitants.

1. above 4.0
2. between 4.0—2.0
3. between 2.0—1.0
4. between 1.0—0.5
5. under 0.5
6. = 500 persons

patients treated per 10,000 inhabitants of the attracted county were taken as a basis.

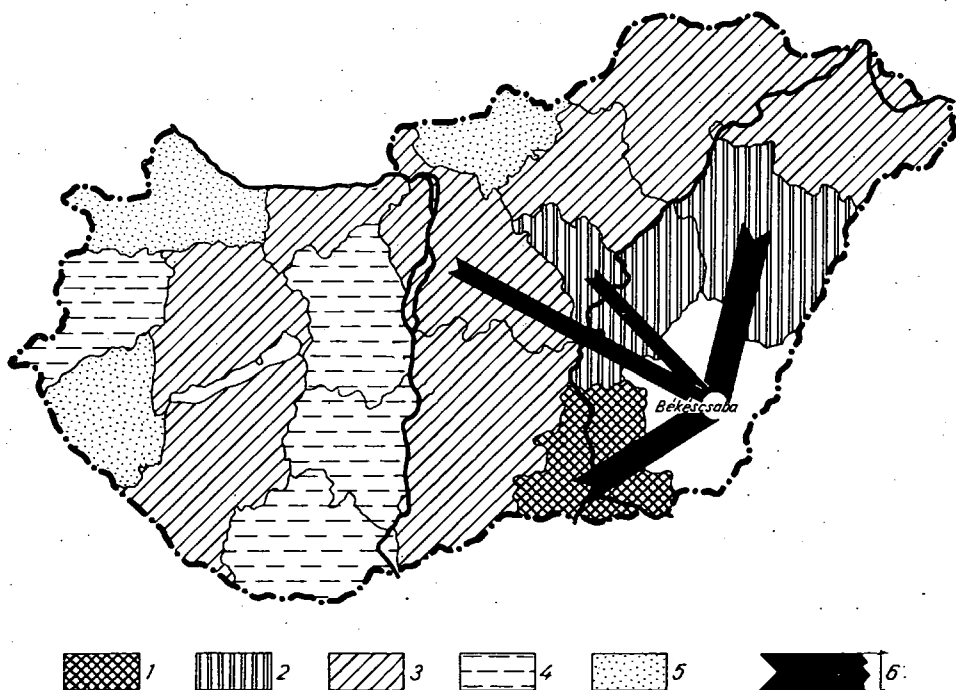
1. According to the data the health institutions of Bács county exercise an attraction of primary intensity on the inhabitants of Csongrád, Tolna and Baranya counties. They have a relatively important effect also on Szolnok and Pest counties and even on Budapest. The health service attraction of Bács and Békés counties is mutual. Bács county attracts Békés county similarly to Fejér county only with third-rate intensity. In Békés county only 15 more persons from Bács county were treated than vice versa. This is the situation in the case of Fejér county, too. The relation with the counties belonging to zones 4 and 5 is so insignificant that it is quite equalized by the opposite attraction.

The situation is different in the case of the relation of Csongrád and Pest counties and the town of Budapest. These counties and the capital attract more patients from Bács county than vice versa. In its relation

with Szolnok the attraction of Bács county is stronger than the other way round. This is still more characteristic in the case of Tolna county. Baranya county is in a situation similar to that of Szolnok county in the mutual attraction relation (Fig. 2.)

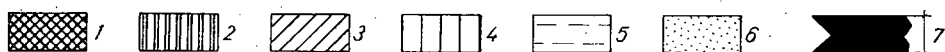
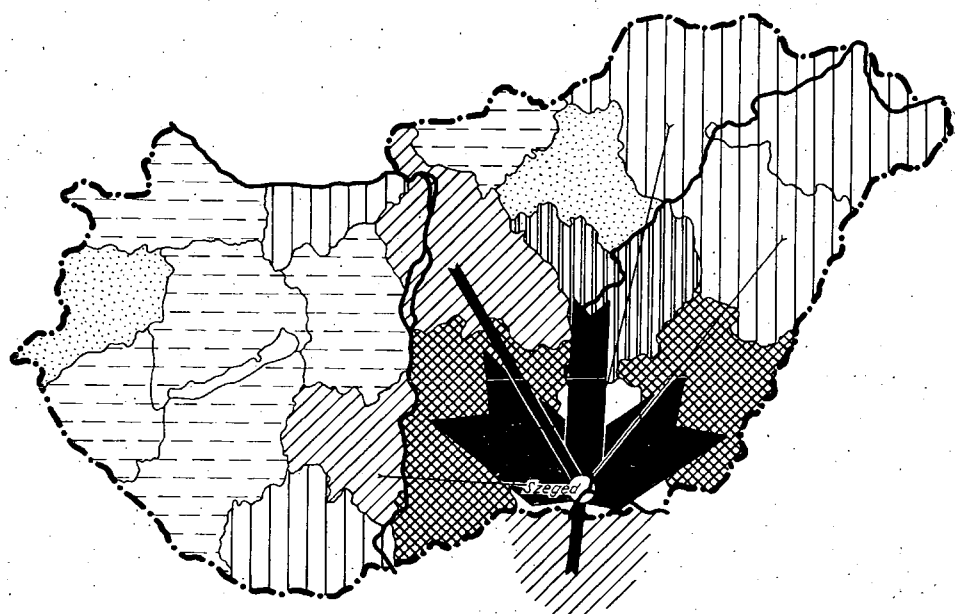
2. Of the three counties of the southern Great Plain Békés county has the weakest health service relations. It exerts active attraction only on the patients of Csongrád, Szolnok and Hajdú counties. Like Bács county it has a rather passive balance in its relation to Csongrád county, while in its relation to Hajdú and Szolnok counties it has a minimal surplus. Its balance can also be considered passive in relation to Pest county or Budapest, while its relations with other counties is occasional, mutually equalized (Fig. 3.).

3. Of the three counties of the southern Great Plain Csongrád county is outstanding owing to the central location and regional functions of the town of Szeged. Its attraction exerted on Bács and Békés counties as



3. The nationwide attraction of the sanitary establishments of Békés county. The intensity of attraction on the basis of the number of patients per 10,000 inhabitants.

1. above 5.0
2. between 5.0—1.0
3. between 1.0—0.5
4. between 0.5—0.1
5. under 0.1
6. = 1000 persons



4. The nationwide attraction of the sanitary establishments of Csongrád county. The intensity of attraction on the basis of the number of patients per 10,000 inhabitants.

1. above 50.0
2. between 50.0—3.0
3. between 3.0—2.0
4. between 2.0—1.5
5. between 1.5—1.0
6. under 1.0
7. = 1000 persons

well as on Bácska county has a strongly positive balance. Szolnok county belongs already to its second sphere although here, too, the influence of Csongrád county is stronger than the other way round. The balance of Csongrád county in relation to Pest and Tolna counties is minimal, but can be said to be positive. In the case of the counties belonging to the fourth sphere the attraction of Csongrád county is stronger, while its relation with the counties belonging to the fifth and sixth spheres can be called mutually equalized although were Szeged is concerned there is some surplus even in this case (Fig. 4.)

4. The combined influence of the southern Great Plain is strongest on Szolnok county. Here, too, Csongrád county must be mentioned in the first place because in the case of Bács and Békés counties there is hardly any surplus. Very imposing is the health service attraction of the southern Great Plain exerted on the inhabitants of Bácska county. Of the

TABLE 1.

*The distribution of patients treated in the different counties and institutions
of the southern Great Plain in 1968*

Institution	Clinics and spec. inst.	Hospitals	Together with- out obstetric dept.	Maternity homes	Obstetric depts.	Total of obstetric patients	Total of all patients
	I.	II.		III.			
Bács county	243	47 011	47 254	3 915	28 510	32 425	76 679
Békés county	1 234	39 180	40 414	8 014	15 643	23 657	64 071
Csongrád county	25 055	32 537	57 592	2 732	22 201	24 933	82 525
Southern Great Plain total	26 542	118 728	145 260	14 661	66 354	81 015	226 275

TABLE 2.

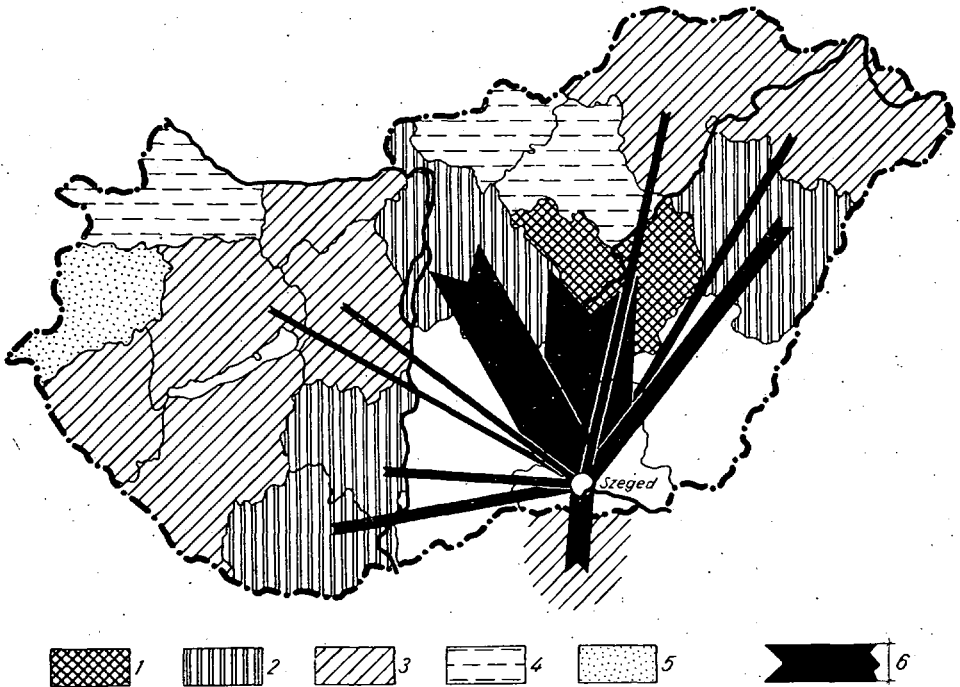
*Relations of the Health Centers of the southern Great Plain within the county
Patients attended in*

From the county of	Bács-Kiskun		Békés		Csongrád		In the southern Great Plain	
	Abs. number	Number per 10,000 inhabitants of the attracted county	Abs. number	Number per 10,000 inhabitants of the attracted county	Abs. number	Number per 10,000 inhabitants of the attracted county	Abs. number	Number per 10,000 inhabitants of the attracted county
Baranya	175	4.1	6	0.1	74	1.7	255	6.1
Borsod	137	0.5	22	0.3	123	1.5	183	2.3
Fejér	57	1.5	5	0.1	54	1.4	116	3.0
Győr	8	0.2	2	0.05	52	1.3	62	1.5
Hajdú	22	0.4	259	4.9	102	1.9	383	6.4
Heves	17	0.5	17	0.5	31	0.9	65	1.9
Komárom	20	0.7	15	0.5	49	1.6	84	2.8
Nógrád	14	0.6	2	0.08	25	1.0	41	1.7
Pest + Bp.	803	2.8	246	0.8	584	2.0	1633	5.7
Somogy	25	0.7	15	0.4	47	1.3	87	2.4
Szabolcs	41	0.7	14	0.25	82	1.5	137	2.5
Szolnok	94	2.1	215	4.8	2001	44.9	2310	51.8
Tolna	177	6.8	4	0.15	73	2.8	254	9.7
Vas	3	0.1	3	0.1	16	0.5	22	0.78
Veszprém	36	0.9	12	0.3	42	1.0	100	2.4
Zala	25	0.9	4	0.15	35	1.3	64	2.4
Békés	30	0.6	—	—	3608	93.6	3638	—
Bács-Kiskun	—	—	45	0.8	4603	76.7	4648	—
Csongrád	576	10.0	672	15.3	—	—	1239	—
From Yugoslavia	19	0.1	3	0.01	547	2.7	569	2.6
From other countries	49	—	18	—	—	—	105	—

neighboring counties Tolna county also gravitates strongly towards the southern Great Plain. The relation of Hajdú and Baranya counties is based on mutuality with a difference of only a few per cent. The balance of Budapest on the other hand is entirely positive. Pest county is equal in the mutual relation. As regards the counties belonging to the third sphere, the southern Great Plain has a positive balance, while its relation to spheres four and five is essentially mutual with minimal advantage for the southern Great Plain (Fig. 5 and Table 2.)

The Public Health Institutions as Sphere-Constituting Elements

A) We have delimited the spheres of attraction of the sanitary establishments on the basis of the percentile quota of patients treated so that the settlements from which more than 50 per cent of the patients were



5. The nationwide attraction of the sanitary establishments of the southern Great Plain. The intensity of attraction on the basis of the number of patients per 10,000 inhabitants.

1. above 51.0
2. between 51.0—5.0
3. between 5.0—2.0
4. between 2.0—1.0
5. under 1.0
6. = 1,000 persons

taken to the sanitary establishments of some other settlement were classed in the sphere of the health center in question.

This method of establishing the limits of the spheres is, in our opinion, one that leads to correct, objective results.

1. The spheres so delimited are in close agreement with the officially delimited areas of public health administration, which is natural because the district doctors may refer patients only to the appointed higher institutions. The doctor may, at the request of the patient and according to the nature of the disease, propose exceptionally admission of the patient to some other institution, but his proposal must be approved by the National Health Service chief doctor, which considerably restricts the individual wishes. In spite of this restriction there is a significant flow of patients toward areas of public health administration in which the conditions of the traffic system, the capacity of the ambulance

service, the momentary fullness of the hospitals or maternity homes and many other factors play a role.

An important factor in orientation may be for example the prestige of the doctor who is the head of the department and specialist of the disease in question or apart from the conditions of the traffic system the distance in the case of settlements in borderline areas.

2. It is the result of the different factors working together that in all three counties of the southern Great Plain there are settlements the patients of which do not gravitate toward any of the spheres on the level of 50 per cent or above it.

a) In Bács county the patients of the villages of Páhi and Soltszentimre for example gravitate toward the center Kécskemét only in 40 to 50 per cent. The rest of the patients are attracted by Kiskunfélegyháza and Kalocsa. Csolyospálos, a village of Bács county at the border of Bács and Csongrád counties belongs to the sphere of Szeged; more than 40 per cent of its inhabitants have themselves treated in Szeged, while the remaining nearly 60 per cent go to the sanitary establishments of Kiskunhalas and Kiskunfélegyháza. Kiskunhalas therefore approaches the percentile value of Szeged.

b) The geographical location of the centers of *Bács county* with sanitary establishments of a higher order is strongly decenteric. Gyula and Békéscsaba are located at scarcely 15 km away from each other in the eastern part of the county near the Rumanian border. In the northern and northeastern parts of the county there is no hospital. There is one at Mezőhegyes in its southern part, but even today it has not so strong an influence as the earlier county and municipal hospitals with great traditions.

In the district of Gyula (Szeghalom with a maternity home and a TBC sanitarium), Kertéssziget, Bucsa and Pusztatötlak, *in the district of Békéscsaba* Ecsefalva, Endröd, Csárdásszállás, and in the district of Orosháza Szarvas (with a maternity home) Békésszentandrás, Örménykút, Csabacsüd and Kondoros as well as Mezőkovácsháza, Végegyháza, Battonya, Magyarbánhegyes, and Meggyesbodzás gravitate to their center by less than 50 per cent.

The maternity home of Szarvas exercises a second rate attraction on the settlements around it; in consequence of this the hospital of Orosháza cannot attain to 50 per cent of the patients at these settlements. The situation is similar in the southern areas where the hospital of Mezőhegyes attracts more than 50 per cent of the patients of Mezőhegyes alone and its second-rate influence on the five settlements of the neighborhood is so strong, that Orosháza cannot ensure a share of 50 per cent from the patients of the five settlements in question, which is partly also due to the fact that here the influence of Gyula, Békéscsaba, Szeged, Makó and Medgyesegyháza also makes itself felt.

The maternity home of Medgyesegyháza has a peculiar situation among similar institutions in the southern Great Plain. It can be said that a public health district of it has been formed from the inhabitants of Magyarbánhegyes. This maternity home receives more than 40 per

cent of the total number of the patients of the two settlements, but it does not reach 50 per cent. The cause of the development of the separate district is that in percentile distribution of the patients neither Orosháza, nor Gyula, nor Mezőhegyes, nor Békéscsaba attain a 40 per cent share.

The role of the maternity home and TBC sanitarium of Szeghalom is interesting. The women in childbirth at this settlement are more strongly attracted by the hospital of the town of Gyula, while the maternity home of Szeghalom attends the women in childbirth and aborting women of Kertéssziget. In spite of this the attraction of Szeghalom does not reach 50 per cent. The remaining percentage is shared between Gyula and Szeghalom. In consequence of this situation fewer women in childbirth from Kertéssziget are attended in Gyula than in Szeghalom.

c) *In the district of Szeged* in Csongrád county the village of Baks represents the transitional type. The inhabitants living here gravitate rather toward Csongrád and Szentes through the good approach (connecting road of Csanytelek. Csanytelek and Felgyő also represent transitions *in the district of Szentes* as they belong to the attraction sphere of the maternity home of Csongrád. Really it is these three villages that supply patients to the maternity home of Csongrád.

2. In the southern part of the Great Plain there are 13 primary and 1 secondary districts.

a) As regards the primary districts the largest number of district population is attended by the institutions of Szeged, and the smallest number by the hospital of Medgyesegyháza. After Szeged, Kecskemét, Gyula, Kiskunhalas, and Baja follow on the basis of the number of inhabitants attended. On the basis of the patients attended in the institutions of the district the order is the same as mentioned before.

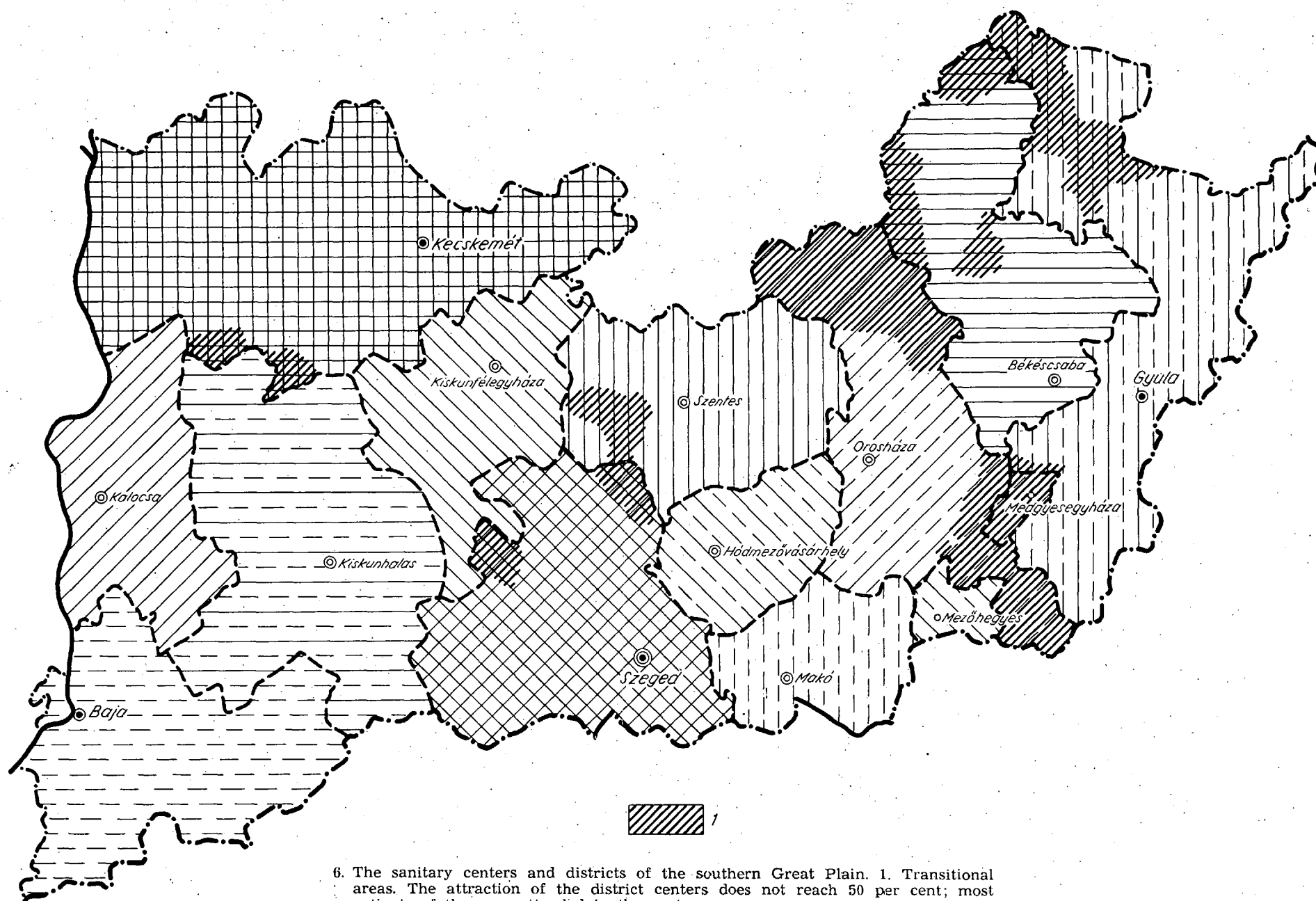
b) The only secondary area but separate public health service district of the southern Great Plain gravitates toward the maternity home of Medgyesegyháza. Its size is, from the point of view of both its surface area and the number of population to be served, rather small in comparison with the districts gravitating toward the other hospitals.

c) Also characteristic are the so-called transitional areas in the districts of Orosháza and Gyula in Békés county. These settlements and districts of so-called middle position have developed as a result of the secondary attraction of Szeghalom and Szarvas.

The public health service districts and district centers are shown in Fig. 6.

The Institutions of Different Levels as Functional Elements of the Settlements

A) One of our aims was to investigate what is the function of the health centers of the southern Great Plain within the framework of the public health service. In addition to this we set ourselves the task to establish the place of the centers in the hierarchy. Classification of the function, the activity on higher and lower levels, is a very complicated



6. The sanitary centers and districts of the southern Great Plain. 1. Transitional areas. The attraction of the district centers does not reach 50 per cent; most patients of the area attended in the centers.

task. We had no opportunity for an analysis based on all the relations, all the determining factors in the light of the data at our disposal; therefore we used the following method to approach the problem:

1. The interrelations between the centers on the basis of the number of patients were put in the fact of the investigation. We took as a base the total number of patients attended at the center, and compared with this the number of patients of the district belonging to the center but attended at other centers. We worked up the data of the three cases of strongest attraction exerted by other districts on the district studied. On the basis of their percentile share they were classed into three categories.

a) The interrelations of the centers and districts can well be seen in Fig. 7. prepared by the above-described method. On the basis of these facts the regional role of Szeged is clear. Szeged is not only the first-rate educational, commercial, economic etc. center of the southern Great Plain, but also its regional public health service center. The sanitary institutions of the town have connections with all the sanitary districts and centers of the southern Great Plain. Among them the sanitary centers of Csongrád county are in the first place, but Baja, Kecskemét, Kiskunhalas and Kiskunfélegyháza are also primarily attracted by Szeged. The sanitary districts of Kalocsa and Békés county are attracted secondarily.

Only its connection with Medgyesegyháza is insignificant as Szeged does not, in this case, figure in the first three places. In accordance with this situation 39 patients from the district of Medgyesegyháza were treated in Szeged in 1968, while conversely there was only one case.

b) It is a little more difficult to distinguish between paracenters and mesocenters even if it is wellknown in practice that Gyula, Kecskemét, and Baja are on the one hand sanitary centers of equal status, on the other hand they have a higher function in this role than other sanitary centers of the southern Great Plain. Kecskemét by its county hospital, Baja on account of its geographical location and Gyula by its legal status and better equipment ensure themselves the role of paracenters and the performance of the functions involved.

The relation and function of Baja and Kecskemét is, in spite of the administrative legal status in favor of Kecskemét, far from uniform. In the matter of education, but also in other functions Baja is a settlement with the role of an antipole to Kecskemét, while in the matter of public health service it has ensured itself equal status.

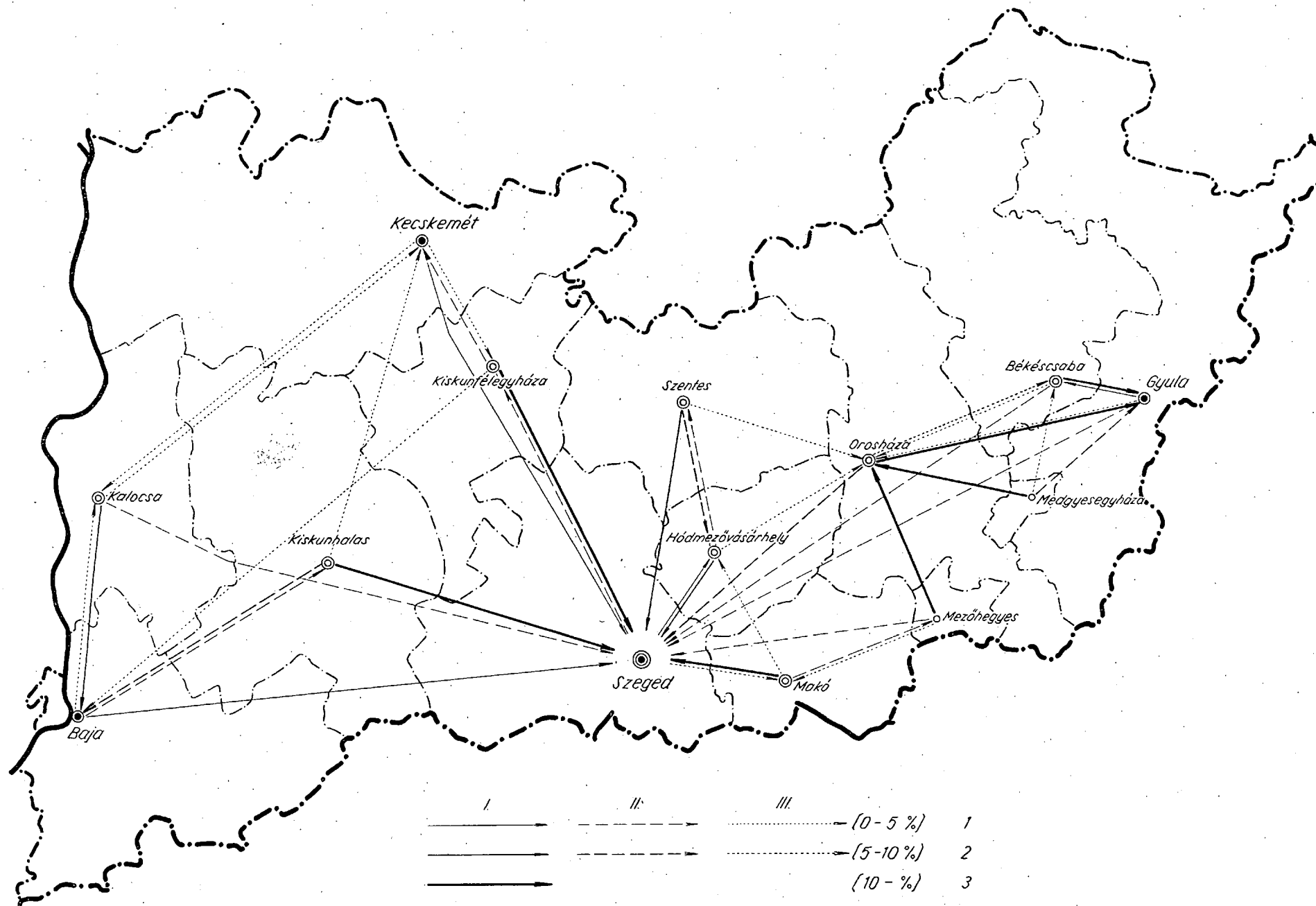
c) Békéscsaba, Orosháza, Szentes, Hódmezővásárhely, Makó, Kiskunfélegyháza, Kiskunhalas, and Kalocsa belong — on account of their connections — to the same category, the group of mesocenters, according to our definition. Szentes with its county hospital cannot fill the role of paracenter in the county on account of the overshadowing effect of Szeged. Békéscsaba in Békés county cannot, in spite of the inverse legal status in respect of administration, take over the sanitary role of Gyula or do the functions and duties involved.

d) Mezőhegyes and Medgyesegyháza represent the so called sanitary sub-centers in the southern Great Plain. On the basis of the connections

TABLE 3.

Comparative Data of the Sanitary Centers of the southern Great Plain

Category	Distribution of Centers in counties				Average population number of one district	Average number of patients attended per one district	Average number of patients attended in the district per 10,000 inhabitants of the district	Average number of local patients attended at the sanitary center per 10,000 inhabitants of the district	Average number of patients from the district per 10,000 district inhabitants	Average percentile proportion of patients attracted from outside the district in the average number of patients	Average percentile proportion of patients attracted from the southern Great Plain in the average	Average percentile proportion of patients attracted from outside the southern Great Plain in the average number of patients
	Bács-Kiskun	Békés	Csongrád	Southern Great Plain total								
Regional center	—	—	1	1	235.568	45.178	1.917	908.1	550	23.9	20.2	3.7
Paracenter	2	1	—	3	150.512	22.301	1.481	486.8	766.6	15.4	11.1	4.3
Mesocenter	3	2	3	8	80.311	11.952	1.488	659.8	633.4	13.1	10.3	2.8
Subcenter	4	4	—	4	10.663	1.939	1.818	554	237.3	72.6	70.1	2.5
Microcenter	6	5	4	14	11.295	760	673	301.3	329.2	—	—	—
Mean total	11	12	7	30	97.670	16.426	1.475	582	503.3	25.0	23.5	2.7



7. The interrelations of the sanitary centers of the southern Great Plain.

1. 0—5%
2. 5—10%
3. 10%
4. Szeged
5. Baja, Gyula, Kecskemét
6. Békéscsaba, Oroszháza, Szentes, Hódmezővásárhely, Makó, Kiskunhalas, Kiskunfélegyháza, Kalocsa.
7. Other centers.

and the attraction of patients Szeghalom and Szarvas, which are also in Békés county, fill a similar role.

e) The role of sanitary microcenters is, in the main, filled by the institutions or centers with local duties which attend women in childbirth in areas far away from hospitals.

The maternity homes or microcenters cannot even perform other duties, they are basically ancillary institutions of hospitals.

2. The quantitative data concerning the sanitary relations show, like Fig. 7., the differentiation of the centers according to function rather clearly. (Table 3.)

a) According to these data Szeged is a prominent sanitary center in the southern Great Plain both on the basis of the number of the population to be taken care of in the district, the number of patients attended and the percentile ratio of patients coming from outside the district.

b) Intermediate centers with high functions are the three paracenters of the southern Great Plain: Gyula, Kecskemét, and Baja.

On the basis of the data of Table 3, these centers differ rather sharply from both the regional centers and the mesocenters.

c) According to the evidence of the facts investigated, the eight mesocenters of the southern Great Plain perform sanitary duties on a medium level.

d) The difference between the subcenters and the microcenters is seen mainly in the fact that the microcenters do not have an attraction sphere-forming role. Their attraction does not reach 40 per cent even where the local population is concerned.

Literature

1. Béla, D. 1970: Békéscsaba és Gyula vonzásterületének elhatárolása az egészségügyi és oktatási funkciók alapján. Kézirat. Szeged.
Determination of the Attraction Spheres of Békéscsaba and Gyula on the Basis of Sanitary and Educational Functions. Manuscript. Szeged.
2. Beluszky, P. 1963: Mátészalka vonzásterülete. Földrajzi Értesítő. 12. p. 201—220.
The Attraction Sphere of Mátészalka.
3. Éliás, R. 1954: Szeged vonzásterülete. Földrajzi Értesítő. 3. p. 725—733.
The Attraction Sphere of Szeged.
4. Péntes, I.—Tóth, J. 1970: Szeged egészségügyi vonzáskörzete és igazgatási-szervezési szerepköre. Földrajzi Értesítő. 19. p. 303—314.
The Sanitary Attraction Sphere and the Administrative-organizational Role of Szeged.
5. Péntes, I.—Tóth, J.—Abonyi, Gy. 1969: Der Anziehungskreis von Szeged. Acta Geographica, Supplementband. Die Lage und die ökonomische Entwicklung von Szeged. Szeged, p. 61—123.
6. Bács-Kiskun megye statisztikai évkönyve 1968. Kecskemét, 1969.
Statistical Year-book of Bács-Kiskun county.
7. Békés megye statisztikai évkönyve 1968. Békéscsaba, 1969.
Statistical Year-book of Békés county.
8. Csongrád megye statisztikai évkönyve 1968. Szeged, 1969.
Statistical Year-book of Csongrád county.

THE HIERARCHY AND ATTRACTION AREAS OF THE EDUCATIONAL CENTERS OF THE SOUTHERN PART OF THE HUNGARIAN GREAT PLAIN

BY

J. TÓTH—I. PÉNZES—D. BÉLA

In the recent past many publications dealing with the southern part of the Great Hungarian Plain have appeared. These papers try to determine the attraction areas of this territory on the basis of one or more factors. A part of these papers are confined to the investigation of the attraction area of Szeged, (Gy. Krajko and J. Tóth 1969; I. Péntes and J. Tóth 1969, 1970, 1971; J. Tóth—Gy. Krajko and I. Péntes 1969; Gy. Krajko and Gy. Abonyi 1969, I. Péntes—J. Tóth—Gy. Abonyi 1969; Gy. Krajko—I. Péntes—J. Tóth 1970; I. Péntes 1970; J. Tóth—I. Péntes—Gy. Abonyi 1970; J. Tóth—I. Péntes 1971; Gy. Krajko—F. Móricz 1969), another part of them deal also with the determination of the attraction areas of the rest of the centers of the territory (J. Tóth 1966, 1969/a, 1969/b, 1970; D. Béla 1970.)

The aim of our Department is to carry out complex investigation of the attraction areas of the centers and to determine them, to investigate the hierarchical relations with the remoter aim of contributing to a reasonable determination of the economic area of the southern part of the Great Hungarian Plain and its microareas. (Gy. Krajko, 1968). This complex task requires the investigation of a large number of details. Our study is a summary of the results of investigations concerning education.

I. Method

Starting from the fact that the general schools have but negligible territorial attraction, in the course of our investigations we considered only institutions of middle and higher education.

How many people of a settlement and where receive education at the level investigated cannot directly be determined by statistical methods. Thus we had to find an indirect approach to the data needed. At the beginning of the school-year 1969—70 we made a survey in all the important educational institutions of the area. The data supplied by the schools (number and place of origin of the pupils) constituted the basis of our analysis. Owing to the method of collecting them the data area also distorted along the borders of the examined area where also the attraction of centers not considered in this survey is noticeable. To express the intensity of attraction we use the number of pupils per 1.000 inhabitants. Because of the different ratios of pupils continuing their studies, this method cannot be applied throughout, but according to our experience it can well be used in the work of analyzing.

The educational institutions examined can be characterized by different degrees of attraction. On the basis of the ratio and territorial distribution of the rural students we distinguish institutions with little, medium, great, and nation-wide attraction respectively. We class the normal grammar schools among the schools with little attraction (I), the skilled worker training schools among those with medium attraction (II), the technical schools, special sections and special professional schools among those with great attraction (III), the middle schools for the nationalities, the higher technical schools, the teachers' training colleges and universities among those with nation-wide attraction (IV). The criteria used as a basis for this classification are of course influenced by the circumstance in which part of the examined area, in how large a settlement the institution in question is. Keeping the chief aim of the investigation in view, we disregarded the anomalies due to these circumstances.

II. Results

1. General survey

There are more than sixty thousand pupils in the 37 educational centers of the southern part of the Great Hungarian Plain. 56.4% of the pupils live away from the residence of the educational institution, or live there only temporarily (in dormitories or in rooms).

The number of educational centers is largest in the county of Békés (18), then follow Bács-Kiskun (11) and Csongrád (8) counties. In respect of the number of pupils the order is reversed, that is the educational function is the most concentrated in Csongrád county and the least concentrated in Békés county. (Table 1)

From the schools with little attraction to the institutions with nation-wide importance, the ratio of rural pupils grows in all three counties, but in different degrees. There is an essential difference between the counties also as regards the ratio of the types of schools with different degrees of attraction. The degree of concentration of the educational function, which is different in each county, scarcely influences the ratio of external attraction (Table 2).

As regards the individual centers, both the ratio of rural pupils (Fig. 1) and the number of the different types of schools (Fig 2) show great variation.

2. Centers and their areas of attraction

Separate maps corresponding to the four types of schools examined show differences in the extent of the areas of attraction of the different centers. In the case of institutions with little and medium attraction in the more manysided educational centers are not essential, and in the case of the less important centers they depend on whether these centers have such institutions or no. On the other hand there is a significant differ-

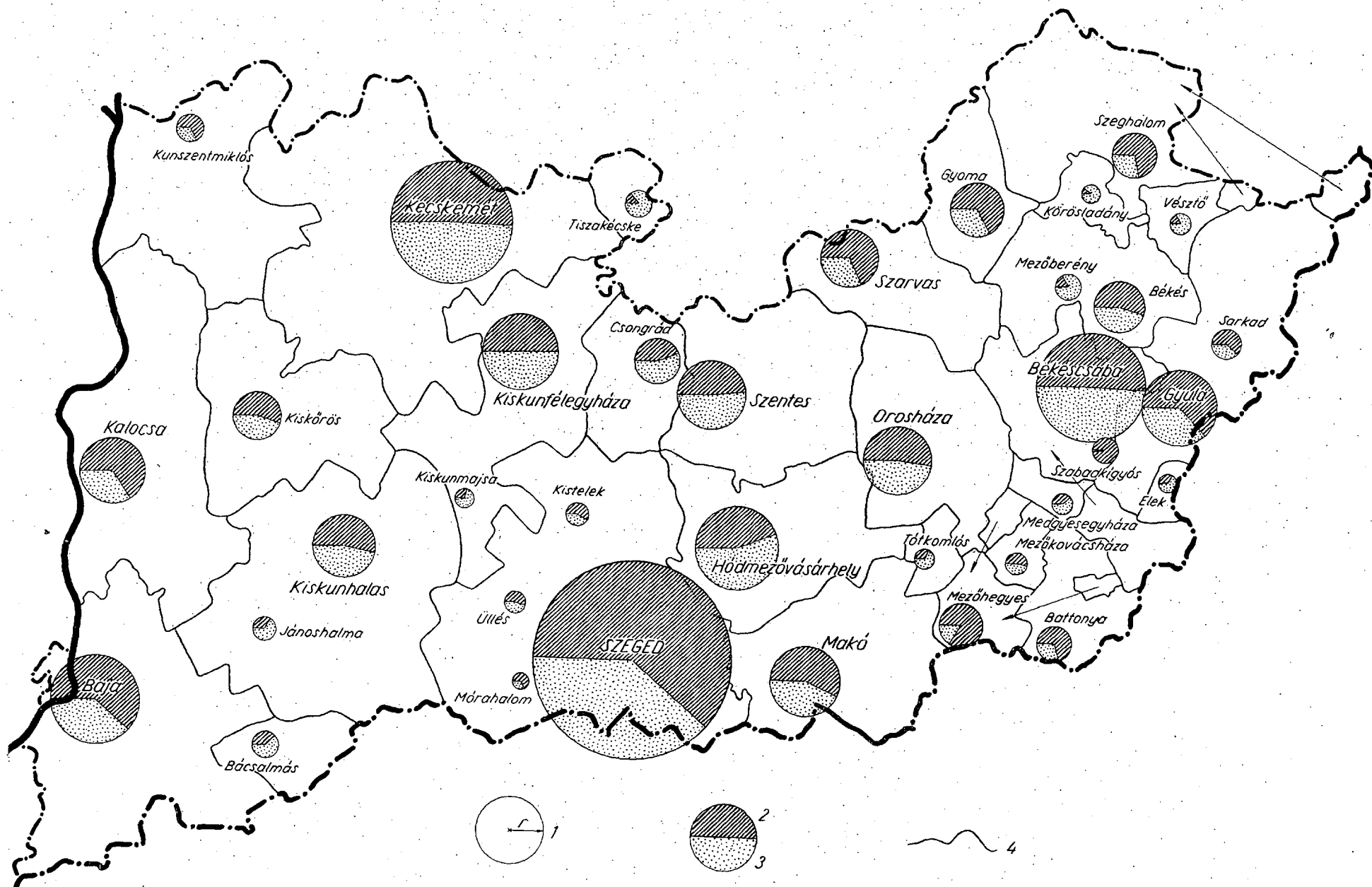


Fig. 1. The attraction area of the institutions with little territorial influence (I, II) in the educational centers of the southern part of the Great Plain; the ratio of rural pupils studying in the educational centers.

1 = $r = 2,000$ pupils
 2 = ratio of rural pupils
 3 = ratio of local pupils
 4 = boundary line of attraction areas

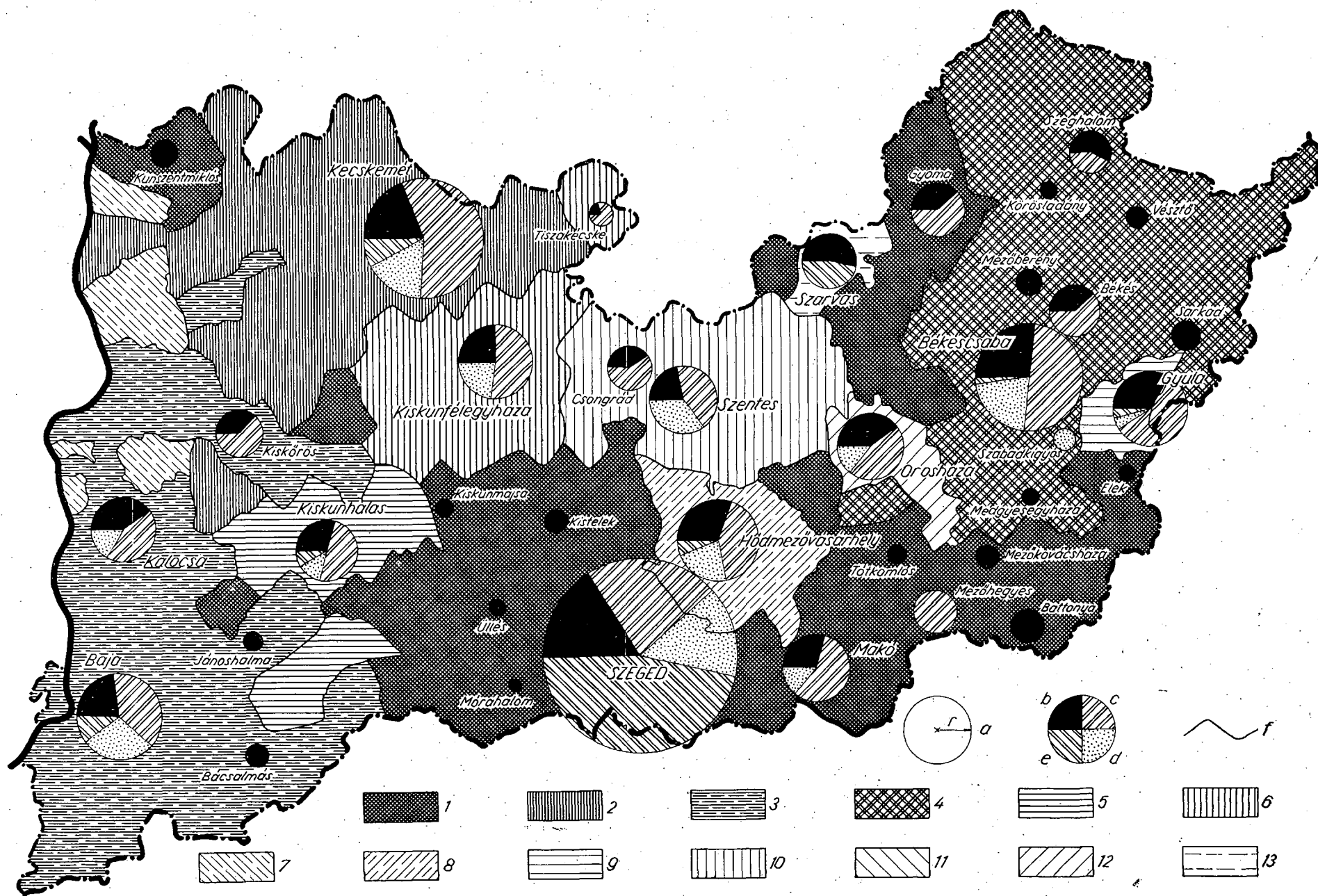


Fig. 2. The attraction area of the institutions with great territorial influence (III, IV) in the educational centers of the southern part of the Great Plain; distribution of the pupils according to the types of schools with different territorial influence.

- a = $r = 2,000$ pupils
- b = ratio of pupils in schools with little attraction areas
- c = ratio of pupils in schools with medium attraction areas
- d = ratio of pupils in schools with large attraction areas
- e = ratio of pupils in schools with nationwide attraction
- f = boundary line of attraction areas

1. Szeged, 2. Kecskemét, 3. Baja, 4. Békéscsaba, 5. Kiskunhalas, 6. Kiskunfélegyháza, 7. Kalocsa, 8. Hódmezővásárhely, 9. Gyula, 10. Szentés, 11. Szabadkígyós, 12. Oroszháza, 13. Szarvas.

TABLE 1.

The Average Size and Distribution of the Educational Centers of the Southern Part of the Great Plain

Type of school	Centers in Bács-Kiskun county		Centers in Békés county		Centers in Csongrád county		Centers of the southern part of the Great Plain	
	number of centers	average number of pupils	number of centers	average number of pupils	number of centers	average number of pupils	number of centers	average number of pupils
Little attraction (I)	11	468	16	439	8	697	35	505
Medium attraction (II)	7	1230	7	1054	5	1547	19	1249
Great attraction (III)	5	617	4	436	4	1054	13	696
Nationwide attraction (IV)	3	312	3	262	2	4095	8	1231
Total	11	1616	18	934	8	3215	37	1630

TABLE 2.

Total Data of the Educational Centers of the Southern Part of the Great Plain in the different counties (1969—1970)

Type of school	Bács-Kiskun county				Békés county				Csongrád county				Dél-Alföld			
	number of pupils	distribution %	number of rural pupils	ratio %	number of pupils	distribution %	number of rural pupils	ratio %	number of pupils	distribution %	number of rural pupils	ratio %	number of pupils	distribution %	number of rural pupils	ratio %
Little attraction (I)	5.151	29.0	2.261	43.9	6.961	41.4	2.987	42.9	5.575	21.7	1.824	32.7	17.687	29.3	7.072	40.0
Medium attraction (II)	8.609	48.4	4.419	51.3	7.379	43.9	4.791	64.9	7.737	30.1	3.749	48.4	23.725	39.4	12.959	54.6
Great attraction (III)	3.084	17.3	2.022	65.6	1.744	10.4	1.293	74.1	4.218	16.4	2.349	55.7	9.046	15.0	5.664	62.6
Nationwide attraction (IV)	936	5.3	842	89.9	726	4.3	649	89.4	8.189	31.8	6.798	83.0	9.851	16.3	8.289	84.1
Total	17.780	100.0	9.544	53.7	16.810	100.0	9.720	57.8	25.719	100.0	14.720	57.2	60.309	100.0	33.984	56.4

ence between the areas of attraction of institutions with medium and great attraction as well as between the areas of attraction of institutions with great and nation-wide attraction. In view of the fact, however, that the attraction of Szeged in category IV prevails over the attraction of all other centers of the southern part of the Great Plain even in their immediate environs, and its prominent role from the point of view of educational function needs no proof, it is sufficient to differentiate the material of examination on the basis of the significant difference between the areas of attraction of institutions with medium and great attraction. Accordingly, the areas of attraction of the educational centers of the southern part of the Great Plain can be examined summarizing on the basis of the institutions with little and medium as well as great and nation-wide attraction.

a) *The areas of attraction of the educational centers on the basis of institutions with little and medium attraction*

The boundaries of the areas of attraction so differentiated show a certain agreement with the boundaries of the administrative districts in every case when the center of the district is a town or a settlement with the legal status of a village with important functions which in the settlement geographical sense can be considered a town. Szeged, Kecskemét, Baja, Kalocsa, Kiskunhalas, Kiskőrös, Kiskunfélegyháza, Makó, and Gyula have such areas of attraction. The villages in the western part of the district of Szentes gravitate to the town of Csongrád, and those in its southern part to the town of Hódmezővásárhely. In the southern part of the district of Orosháza the attraction of Tótkomlós, and the influence of Makó and Hódmezővásárhely are felt. In the territory of the district of Szarvas Gyoma is an independent center attracting Endrőd. Some villages of the district of Szeghalom gravitate to Gyula, others (Vésztő, Körösladány) are independent microcenters without areas of attraction. Three villages in the southern part of the district of Békés gravitate to Békéscsaba, yet even together with these the dominant influence of the center of the county is limited to a relatively small area. The southeastern part of the county of Békés, i. e. the district and region of Mezőkovácsháza is the divided area of attraction of several small centers, among which the mutually complementary roles of Mezőhegyes and Battonya (with industrial school and grammar school respectively) are the most important.

Of the other smaller centers not mentioned so far Kunszentmiklós has the largest area of attraction. On the other hand, the low ratio numbers of the villages suggest that this territory — a large part of the former district of Dunavecse — gravitates strongly also to such centers outside the boundaries of the examined territory as Budapest, Dunaújváros etc.

On the boundary of the area of attraction of Kiskunhalas and Baja, Bácsalmás has a relatively small but distinct area of attraction.

Some other centers — although with no area of attraction — distinguish themselves from the area of attraction of some larger centers (e. g.

Tiszaakécske, Elek) others again themselves gravitate to some larger center (Jánoshalma, Kiskunmajsa, Mórahalom, Üllés, Kistelek, Mezőberény, Sarkad, and Szabadkígyós, which has only a special school. The now existing attraction of these smaller centers is completely covered by the more important centers.

The difference in order of magnitude of the educational centers at this level is reflected but little in the different dimensions of the areas of attraction. In the case of the largest centers, this difference is demonstrable in the relatively high number of pupils attracted from territories outside the area of attraction (Fig. 1)

b) The areas of attraction of the educational centers on the basis of institutions with great and nationwide attraction

Of the 37 educational centers of the southern part of the Great Plain only 14 have great or nationwide attraction. Two of these, Makó and Szabadkígyós, themselves gravitate to the areas of attraction of Szeged and Békéscsaba. The attraction of Gyula and Szarvas is shaded by more important centers; there is no area in the southern part of the Great Plain in which their influence would be dominant over that of other centers on the basis of the criteria examined.

In the case of Szarvas, which has a relatively large number of high-grade institutions, this circumstance can be explained by its peripheral location and the dispersed attraction of its special schools.

The situation of Kalocsa is also a peculiar one: although it gravitates to Baja, it has an attraction area of its own consisting of several villages in its immediate neighborhood and in the territory of the former district of Dunavecse, which presumably gravitates also to centers outside the southern part of the Great Plain.

The nine other centers have attraction areas of their own. The role of Szeged among them is dominant. Its unbroken area of attraction stretches westward beyond the boundaries of Csongrád county and eastward, shading Makó and its attraction area, it covers the southern part of Békés county and extends even north of Orosháza, which is wedged in to the north-western part of Békés county. A few villages of the central and north-western parts of Bács-Kiskun county also gravitate toward Szeged.

The attraction areas of Békéscsaba, Baja, and Kecskemét are also considerable. All three extend their influence on areas that in respect of education on a lower level of specialization gravitate toward other centers. The central and northern parts of Békés county gravitate toward Békéscsaba; the northern part of Bács-Kiskun county gravitates toward Kecskemét and its south-western part toward Baja. Of the rest of the centers Szentés and Kiskunfélegyháza are relatively important; Kiskunhalas, Hódmezővásárhely, and Orosháza have smaller attraction areas (Fig. 2)

c) *The hierarchy and mutual relations of the educational centers*

The largest educational center of the southern part of the Great Plain is Szeged. Its importance is nationwide and its area of attraction can be determined only through the simultaneous investigation of other large centers (Budapest, Debrecen, Pécs, etc.). With its 30 institutions and more than 17,000 students it rises far above the other centers of the southern part of the Great Plain. This is evident also on the basis of the ratios and criteria mentioned: the proportion of rural pupils is 60%, the educational self-containment of the town is, in comparison to the conditions in the southern part of the Great Plain, nearly 99%, the coefficient value of the standard hierarchy depending on the number and types of the educational institutions is high. (Table 3)

Besides the regional center, three paracenters, Kecskemét, Békéscsaba and Baja stand out. On the basis of their average values all of them are distinct from the mesocenters; the variation of the data of the individual towns around the average is insignificant.

The number of the mesocenters is nine. The variation of their criteria examined may be significant separately, but altogether it is insignificant. Kiskunhalas, Kiskunfélegyháza, Kalocsa, Szentcs, Hódmezővásárhely, Makó, Szarvas, Orosháza, and Gyula belong in this class.

Between the level of the mesocenters and that of the microcenters there are five subcenters: Kiskörös, Csongrád, Szeghalom, Békés, Gyoma.

Nineteen microcenters constitute the basis of the hierarchy of the centers. The values of these are, with the exception of the ratio of rural pupils, the lowest.

TABLE 3.

The Hierarchy of the Educational Center of the Southern Part of the Great Plain

Centers	Number of centers	Average number of pupils	Average number of institutions	Average ratio of external attraction %	Average value of selected self-containment %	Standard hierarchy coefficient	Selected hierarchy coefficient
Regionalcenter	1	17.396	30.0	61.1	98.8	2.77	5.06
Paracenter	3	5.019	10.33	52.8	87.3	2.53	1.05
Mesocenter	9	2.054	4.33	54.9	74.2	2.27	0.40
Subcenter	5	981	2.60	58.3	62.8	1.60	0.15
Microcenter	19	235	1.05	54.3	35.0	1.18	0.03

The centers are attracted to one another in a complex way. The attraction between them can be measured by the proportion of pupils of the individual centers attracted by other centers. The system of attractions is surveyed in our study in such a way that only the primary, secondary, and tertiary attractions are considered together with their relative powers. The picture so received reflects well the hierarchy of the centers and its details reveal many peculiar relations (Fig. 3).

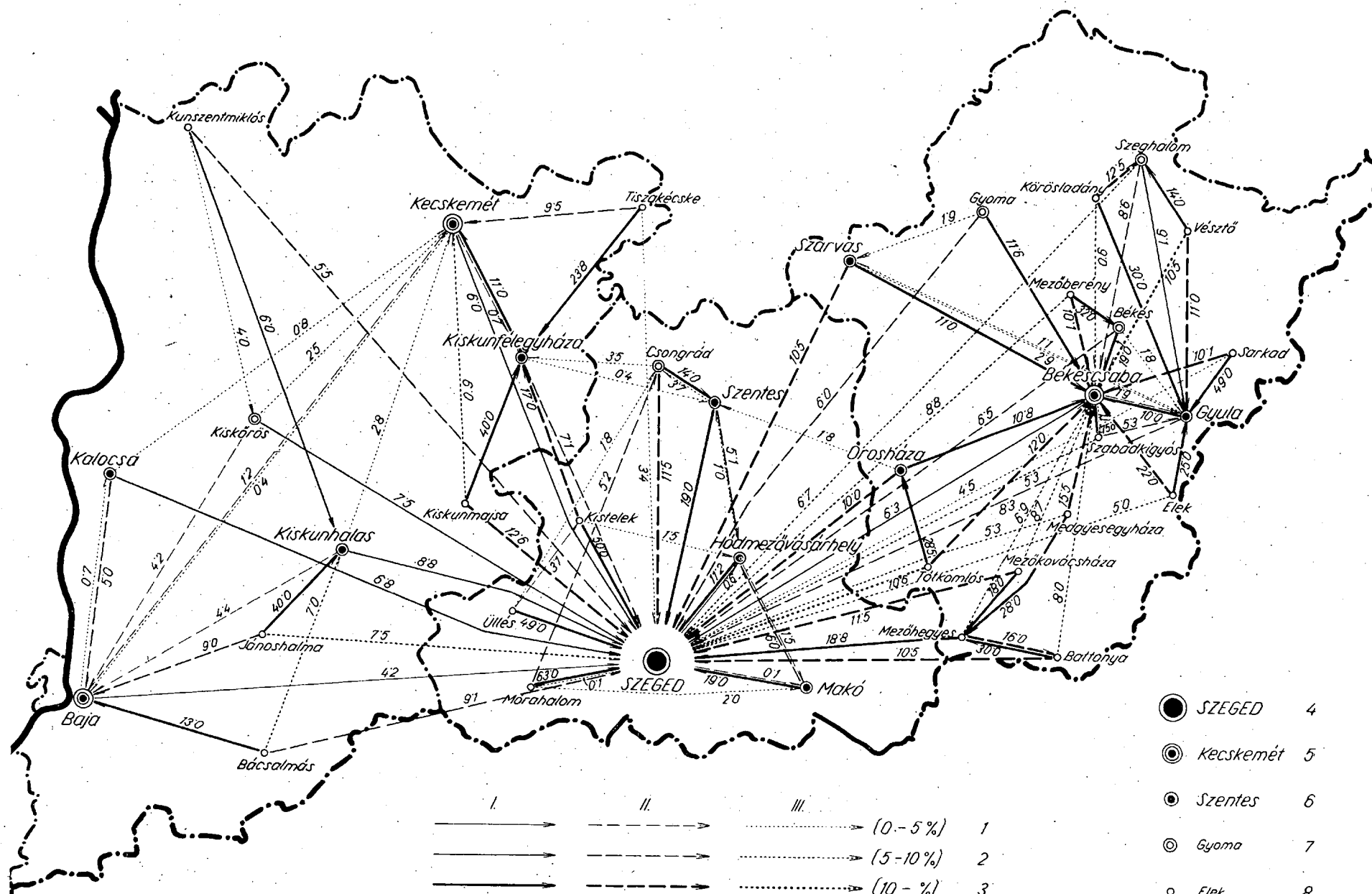


Fig. 3. The hierarchy of the educational centers of the southern part of the Great Plain and the relations between them.

- I = primary attraction
- II = secondary attraction
- III = tertiary attraction
- 1 = attraction of 0.1—5% of the pupils
- 2 = attraction of 5.1—10% of the pupils
- 3 = attraction of more than 10% of the pupils
- 4 = regional center
- 5 = paracenter
- 6 = mesocenter
- 7 = subcenter
- 8 = microcenter

As the investigation of the system of attractions concerns only conditions in the southern part of the Great Plain, it gives, no correct picture of the peripheral areas where also the attraction of centers outside the examined area is felt. In this connection again the north western part of Bács-Kiskun county — Kunszentmiklós — may be mentioned.

It is noteworthy that with the exception of Körösladány and Vésztő all the centers of the southern part of the Great Plain gravitate toward Szeged at least tertiarily. The three paracenters, all the centers of Csongrád county — with the exception of the town of Csongrád which is strongly attracted by Szentes —, three important centers of the central part of Bács-Kiskun county and Mezőhegyes in southern Békés gravitate primarily toward Szeged.

Around the other centers the relation system of the paracenters is the richest. Between the other educational centers of the middle part of Békés county and the town of Békéscsaba intensive, complex and mutual relations have developed in which the role of Békéscsaba is dominant. The prominence of Baja as an educational center is proved by the fact that besides Bácsalmás the villages of Kiskunhalas, Kalocsa and even Kiskőrös gravitate toward it more than toward Kecskemét.

Through the extremely high ratio of their pupils some microcenters gravitate toward different higher-grade centers (Mórahalom, Üllés, Kistelek toward Szeged, Jánoshalma toward Kiskunhalas, Kiskunmajsa toward Kiskunfélegyháza, Szabadkigyós toward Békéscsaba, Sarkad toward Gyula), others form a special system reflecting the functional distribution (Mezőhegyes—Battonya—Mezőkovácsháza—Medgyesegyháza). The relatively high grade of attraction can be demonstrated in the case of some better developed centers, too. (Makó, Hódmezővásárhely, Szentes to Szeged, Békés, Gyoma and Gyula to Békéscsaba, and Kiskunfélegyháza to Kecskemét), Csongrád equally strongly gravitates toward Szentes and Szeged, and Órosháza and Szarvas toward Békéscsaba and Szeged.

III. Conclusions

1. *Methodological Conclusions*

- a) By virtue of its quantitative criteria — the number and territorial distribution of the pupils — the educational function is suitable for determining the area of attraction of the centers.
- b) The different degrees of specialization and consequently the different territorial frequency of the institutions representing the educational function provides us a basis for the determination of the attraction areas also according to the different levels.
- c) On the basis of the different levels the different quantitative characteristics and criteria as well as the relations between them the hierarchy of the centers can be determined.

2. Factual Conclusions

The educational function is not existing for itself, not independent of the other roles but is in interrelation with them, it develops together with them and in the long run approximately in similar proportions with them. Its territorial influence is determined by the same relations between centers and attraction areas as the other functions; the movement in which it manifests itself develops within the framework of the same infrastructure.

If we take this into consideration, on the basis of the educational function such conclusions may be drawn concerning the extent of the attraction areas as can be referred also to the totality of the functions.

Accordingly, using also the results of our earlier investigations, we can state the following concerning the definable areas in the southern part of the Great Plain:

a) In Bács-Kiskun county the areas of Kecskemét—Kiskunfélegyháza and Baja—Kalocsa are well distinct. Nor can the existence of the area of Kiskunhalas—Kiskőrös be questioned.

b) In Csongrád county the area of Szeged includes also Makó and its attraction area. In the northern part of the county the area of Szentes and Csongrád is distinct. The area of Hódmezővásárhely is of small extent and gravitates strongly toward Szeged, thus it cannot be considered independent.

c) In Békés county only the central area (of Békéscsaba and Gyula) is distinct. The areas of Orosháza and Szarvas are small, the relation between them is loose. The southern and northern parts of the county are attraction areas shared by several, often remote, centers.

Literature

1. Béla D. 1970.: Békéscsaba és Gyula vonzásterületének elhatárolása az egészségügyi és oktatási funkciók alapján. Kézirat. Szeged.
2. Krajkó, Gy. 1968.: Einige prinzipielle und praktische Fragen der Rayonierung Ungarns. *Acta Geographica*. T. VIII. p. 39—60.
3. Krajkó, Gy.—Abonyi, Gy. 1969.: Entwicklung der Industrie Szegeds und Möglichkeiten für ihre weitere Förderung. — *Acta Geographica*, Supplementband. Die Lage und die ökonomische Entwicklung von Szeged. Szeged, p. 125—159.
4. Krajkó Gy.—Móricz F. 1969.: Die Arbeitskräftelage der Stadt Szeged. *Acta Geographica*. T. IX. p. 3—39.
5. Krajkó Gy.—Péntes I.—Tóth J., 1970.: A szegedi agglomeráció népességalakulásának néhány kérdése. *Földr. Közl.* 18. p. 129—146.
6. Krajkó, Gy.—Tóth, J. 1969.: Die Arbeitskäftewirtschaft der Stadt Szeged. — *Acta Geographica*, Supplementband. Die Lage und die ökonomische Entwicklung von Szeged. Szeged, p. 29—60.
7. Péntes, I. 1970.: The structure of the (daily) free market supply of Szeged. — *Acta Geographica*, T. X. p. 43—85.
8. Péntes, I.—Tóth, J. 1969.: Einige Fragen der Zonalität der landwirtschaftlichen Produktion in der Umgebung Szegeds. — *Acta Geographica*, Supplementband. Die Lage und die ökonomische Entwicklung von Szeged. Szeged, p. 161—190.
9. Péntes I.—Tóth J. 1970.: Szeged egészségügyi vonzáskörzete és igazgatási-szervezési szerepköre. *Földrajzi Értesítő* 19 p. 303—314.

10. Péntes I.—Tóth J. 1971.: Szeged vonzáskörzete. Földrajzi Értesítő 20. p. 153—158.
11. Péntes, I.—Tóth, J.—Abonyi, Gy. 1969.: Der Anziehungskreis von Szeged. — Acta Geographica, Supplementband. Die Lage und die ökonomische Entwicklung von Szeged. Szeged, p. 61—123.
12. Tóth, J. 1966.: Die Arbeitskräfteanziehung der Städte im südlichen Teil der Grossen Tiefebene (Süd-Alföld.) — Acta Geographica, T. VI. Szeged, p. 89—126.
13. Tóth, J. 1969/a.: Die Hauptperioden der zahlenmässigen Gestaltung der Bevölkerung im südlichen Teil der Grossen Tiefebene zwischen 1869—1969. Acta Geographica, T. IX. p. 41—61.
14. Tóth J. 1969/b.: A népesség területi koncentrálódásának néhány jellegzetessége a Dél-Alföldön (1960—1967) — Földrajzi Értesítő 18. p. 345—356.
15. Tóth, J. 1970.: Delimitation of the attraction areas of centres of the Southern Great Plain on the basis of long-distance calls. — Acta Geographica, T. X. p. 87—94.
16. Tóth, J.—Krajko, Gy.—Péntes, I. 1969.: Einige Fragen der Szegeder Agglomeration. — Acta Geographica, Supplementband. Die Lage und die ökonomische Entwicklung von Szeged. Szeged, p. 3—28.
17. Tóth J.—Péntes I. 1971.: Szeged oktatási-kulturális vonzása és idegenforgalma. — Földrajzi Értesítő 20. p. 51—62.
18. Tóth J.—Péntes I.—Abonyi Gy.-né 1970.: Szeged élelmiszerellátása és kereskedelmi szerepköre. — Földrajzi Értesítő 19, p. 164—180.

GEOLOGISCHE ENTWICKLUNGSGESCHICHTE VON NATRONTEICHEN AUF GRUND PALYNOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

M. MIHÁLTZ—FARAGÓ—M. MUCSI

Geologische Verhältnisse

Das Ungarische Becken senkte und hob sich einige Male zu den Zeiten der Pannonischen und Levantischen Stufe und des Quartärs. Es wurde von mächtigen Sedimenten, die teils von den sich aussüssenden Binnenseen, teils von Flüssen, Teichen und aus ihnen stammenden äolischen Ablagerungen ausgefüllt. Die äolischen Sedimente der Tiefebene bildeten sich — nach Meinung von Miháلتz — besonders durch die Veränderungen des Klimas, und dementsprechend sind sie nach ihrer Entwicklung (Löss, Flugsand, Lehm, aus den Teichen abgelagerte Sedimente) stratigraphisch einzuordnen. Zur Zeit des Pleistozäns hörten sie auf, sich im langsam sinkenden Donau-Theiss Zwischengebiet und in anderen Teilen der Ungarischen Tiefebene zu bilden. Auf der anderen Seite war die Sedimentbildung in der stärker sinkenden, von Fluss-sedimenten ausgefüllten Gebieten in erster Linie von den zyklisch wiederkehrenden tektonischen Bewegungen und erst in zweiter Linie von der Klimaveränderungen abhängig.

Für die morphologischen Verhältnisse charakteristisch sind die durch die vorherrschenden NW—Winde gebildeten, also durch Deflation entstandenen, miteinander parallel verlaufenden Vertiefungen. Die Teiche der südlichen und südöstlichen Tiefebene sind nach dem geologischen Aufbau der betreffenden Gegend entweder durch Deflation entstandene Vertiefungen oder verlassene, ausgefüllte Flusstäler.

Die Seichtbohrungen erreichten als älteste Bildung den Lösskomplex der Würm—I Periode. Nach der Verbreitung des untertätigen Karbonatschlammes konnten die altholozäne Konfiguration der Teiche bestimmt und die Formveränderungen verfolgt werden. Die Deckschicht des Karbonatschlammes ist eine regional entwickelte, stark humöse, schlammige Schicht. Das morphologische Bild der gegenwärtigen Oberfläche wird durch die Bewegung des neuholozänen Flugsandes bestimmt, der in vielen Fällen die Teiche oder einen Teil derselben bedeckte.

Die abflusslosen, sich in NW—SO Richtung erstreckenden Deflationsvertiefungen des altholozänen Flugsandes sind von Natronteichen ausgefüllt. Der Wasserhaushalt der Teiche hat sich seit mehreren Jahrzehnten nicht wesentlich geändert.

Die Bohrungsmaterialien der spätquartären Ablagerungen vom Petőfi-Teich und Kunfehértó sind seit 1961 von Geographen und Geologen untersucht worden, und die Molluskenfauna gab erste Anhaltspunkte für ihre Datierung (Miháلتz 1964, Mucsi 1965, 1966.)

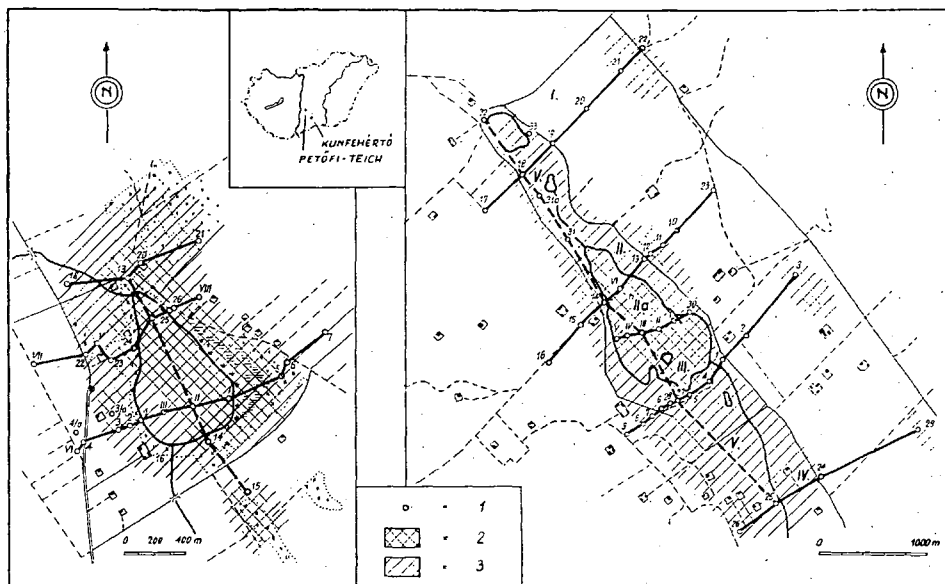


Abb. 1. Lageplan. 1. Bohrungen, 2. Verbreitung des sich unter der Oberfläche befindlichen Karbonatschlammes, 3. Verbreitung der sich unter der Oberfläche befindlichen kalkigen, karbonatschlammigen Schichten.

Es wurden Pollenanalysen aus Proben von 9 Unterwasser- und 7 Teichufer-Bohrungen aus der Tiefe von 3,5 bis 6,0 m an beiden Natron-
teichen durchgeführt.

Vegetationsentwicklung

Es wurde eine Probeserie für die palynologische Untersuchung aus dem Petőfi-Teich von den Bohrungen I, II, III, IV. entnommen. (Die Numerierung der Bohrungen s. Abb. 1.)

Die Löss-schicht von Würm II war in der ersten Bohrung beim Petőfi-Teich 3 m mächtig. Der untere Teil zeigte neben der Dominanz von *Pinus* einige Pollen des gemischten Eichenwaldes, wahrscheinlich als interstadiales Relikt. Neben den wenigen Baumpollen erreichte die Menge von NAP 50%. Weiter höher waren die Steppenpflanzen der Tundren mit wenigen Inseln von Kiefern und Wacholder mehr verbreitet. In der Schlussperiode der Lössablagerung weist der grössere Baumpollengehalt auf die Verminderung der Kälte hin.

Das mit *Alnus* und *Quercetum mixtum* gekennzeichnete und vorzüglich von *Pinus* und *Betula* gebildete Pollenbild gehörte schon in die Würm II—III Interstadiale oberhalb des Lösses, also schon in die Flugsandschicht. In der Bohrung IV ist während des Interstadials Torf entstanden.

Der Löss von Würm III ist auf dem Gebiet der I. Bohrung vielleicht wegen seiner höheren Lage zerstört worden.

Der Löss von der III. Bohrung zeigte Pflanzenreste, einen relativen Gehalt an Pollen von *Pinus silvestris*, *P. cembra* und *Larix* 76%, *Betula* 10% und von der Steppenvegetation nur 10%. Die *Selaginella selaginoides* wuchs auf 75% des Baumpollen-Wertes an. Da sind die umgelagerten Pollen aus älteren Stufen vorhanden. In den Proben aus Kunfehértó sind die immer wieder vorkommenden *Pinus*, *Picea* und *Chenopodiaceae* neben oft wahr sterilen Schichten vertreten.

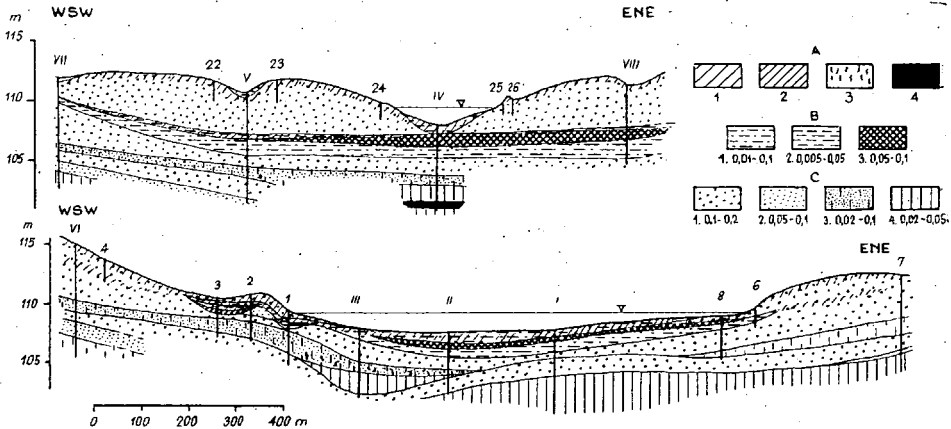


Abb. 2. Transversale Profile aus dem Petőfi-Teich, A) 1., 2. Humusarme und humusreiche Schichten, 3. Horizonte mit Pflanzenresten, 4. Torf. B) In Wasser abgelagerte Sedimente: 1. Feinsandiges unsortiertes Gesteinsmehl, 2. Gesteinsmehl, 3. Karbonatschlamm, C) Eolische Sedimente: 1. Feinkörniger Sand, 2. Feinsand, 3. Feinsand mit Löß, 4. Löß.

Spätglaziale Periode

1. Pollenzone Ia., Dryas 1. Phase

Die für das Spätglazial charakteristische Klimaverbesserung zeigte sich anschaulich. Das Pollenbild der feinsandhaltigen Löss-schichten der II, III. Bohrungen wurde durch *Betula nana* charakterisiert, NAP: Gramineae, *Chenopodiaceae*, *Artemisia* und *Ephedra distachya*. Die Sporen von *Selaginella selaginoides* könnten die Menge der Gesamtpollen mehrfach übertreffen.

2. Pollenzone Ib., Bölling Phase

Das erste Pollenmaximum lag in dem an Pflanzenresten reichen und feinsandhaltigen Löss der Bohrungabschnitt.

Betula, *Pinus* und *Picea* Arten haben schon Wälder gebildet, daneben waren noch Wiesen und periodische Überschwemmungen. Ausser

Gramineae und Cyperaceae kamen *Hippophaë* und *Myriophyllum* häufig vor. Das Klima kann durch einen langen Winter und einen kurzen, relativ warmen Sommer charakterisiert werden.

3. Pollenzone Ic., Dryas 2. Phase

Nach der 2. Periode haben die Birkenauen für eine kürzere Zeit abgenommen, und die Fichten-Kiefernwälder blieben in ihrem ursprünglichen Umfang erhalten mit geringen NAP-Werten. Hier trat je ein Korn des *Ephedra distachya*-typs auf.

4. Pollenzone II., Alleröd Phase

In der III. Bohrung — in einer stark humösen Schicht — erreichte *Betula* 80%, daneben waren noch *Salix*, *Alnus* und *Quercus* vertreten. Diese mildere, feuchtere Oszillation hat zur Verbreitung und zum Abschlüssen der Birkenwälder geführt. Die Fläche der kontinentalen Steppen hat abgenommen.

5. Pollenzone III., Dryas 3. Phase

In den Teichborungen dieser Phase zeigte sich durch den Anstieg NAP ein weiterer Rückgang der Bewaldung an. Die Pollenzahl wurde auch geringer. Die Vegetation bestand aus den Pflanzenarten der trockenen kalten Steppen. *Ephedra* und *Selaginella* kamen abermals in höheren Prozentsätzen vor. Die Verminderung der Bewaldung hat die Windtätigkeit verstärkt. Als Sediment ist lösshaltiger Feinsand vertreten. Die 18. Bohrung cca 400 m vom Wasserspiegel entdeckte eine höher gelagerte, dicke holozäne Schichtenreihe. Deren unterste Proben zeigten den Pollengehalt dieser Phase, jedoch mit etwas höheren NAP-Werten.

6. Pollenzone IV., Präboreol Phase

In den lösshaltigen Kleinsandschichten von den Teichborungen zeigte sich das letzte Vordringen von Birken mit 60%. Regelmässiges, aber niedriges Auftreten wurde für *Alnus*, *Ulmus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Fagus* und *Corylus* verzeichnet. Der niedrige NAP-Wert und die hohen *Betula-Pinus* Werte lassen den Schluss zu, dass zu dieser Zeit wirkliche Wälder vorhanden waren. Durch die Ausbreitung der Wälder wurde die Windbewegung begrenzt.

Postglaziale Wärmezeit und Nachwärmezeit

7. Pollenzone V., Boreal Phase

Das Bett des Petőfi-Teichs und Kunfehértó wird vom Flugsand der Boreal-phase gebildet. Diese Schicht folgt im Petőfi-Teich überall der Form des Teichbodens, im Kunfehértó wird die in der NW-Hälfte 4 m dicke Flugsand-Decke bis zur Mitte des Teiches immer dünner. Beim

PETŐFI-TEICH		POLLEN-ZONEN		SCHICHTENREIHE		AP + NAP %	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
5.5	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.7
BETULA		PINUS		LAUB BAUME		NAP	
66		30		264		472	
107		31		380		226	
%		%		%		%	
PINUS CEMBRA		PICEA		ABIES		LARIX	
JUNIPERUS		CORYLUS		SALIX		ALNUS	
QUERCETUM MIXTUM		CYPERACEAE		GRAMINEAE		CHENOPODIACEAE	
ARTEMISIA		COMPOSITAE		POLYGONACEAE		HIPPOPHAE	
MYRIOPHYLLUM		SELAGINELLA		SELAGINOIDES		PTERIDOPHYTA	
TERTIÄR-FORMEN		BOTRYOCOCCUS		PEDIASTRUM			

grössten Teil des Teiches liegt der Kalkschlamm unmittelbar auf dem Löss.

Das Pollendiagramm der Flugsandschicht unter dem Petőfi-Teich zeigte folgende Zusammensetzung: Die Pollenmenge von Hasel und von anderen wärmeliebenden Laubbäumen 24% mit wenigen schmalblättrigen Laubbäumen. Die höhere NAP-Werte 75% lassen auf einen Rückgang der Bewaldungsdichte schliessen. Im Diagramm der Bohrung am Wasserufer (Nr. 18) blieben die Baumpollenwerte auf ähnlicher Ebene. Neben den Gramineae und Cyperaceae traten auch *Typha* und Nymphaeaceae auf. Aus diesem Grund kann ein periodisches Gewässer angenommen werden.

An Kunfehértó wurde solche Bohrung zur Bearbeitung gewählt, in welcher der Flugsand der Hasel-Zeit zu finden war. Als Altersangabe des oberen Teils des Lösses und des cca 20 cm dicken Flugsandes über dem Löss kann man das 10% Vorkommen von *Corylus* in Verbindung mit 23% von *Quercus*, *Tilia* und *Carpinus* betrachten, als wärmeliebenden Bäumen. NAP-Werte bildeten 30% der Gesamtpollenwerte bei niedriger Pollenfrequenz.

Die Hasel lebte am Rand der dünnen Eichenwälder, daneben bedeckten die warmen kontinentalen Steppen ziemlich grosse Gebiete (Komlódi 1966). Die örtliche Vegetation zeigte verschiedene Gewässer an. Das Klima war extrem, nach niederschlagsreichen Frühlungen folgten wärmere Sommer, als die gegenwertigen sind. Der aus dem Löss ausgewaschene und als Nebenprodukt der Photosynthese entstandene Karbonatstoff wurde ausgefällt und als Körner im Flugsand angehäuft (de Ploy 1963). So wurde das — sonst lockere — Sediment wasserdicht.

8. Pollenzone VI., VII., Atlantik Phase

Die periodische Wasserdecke und die hohe Basizität waren sowohl für die Pflanzenwelt als auch für die Lagerung des Pollens ungünstig. Daraus erklären wir die geringe Pollenmenge im Petőfi-Teich, besondere auf dem unteren Teil der bezüglichen Schicht. In den Karbonatschlamm-schichten waren unterschiedliche Pollenfrequenzen vertreten, mit Anhäufungen im humushaltigen oberen Teil. Im älteren Teil des Abschnittes spielt *Picea* eine Rolle neben *Tilia*, *Quercus*, *Ulmus* und *Carpinus*, dagegen nahm *Betula* bis 5% ab. Im jüngeren Teil stiegen die *Abies*-Werte an. Die Rasenvegetation spielt hier eine untergeordnete Rolle. In späterer Zeit der atlantik Phase entstand Torf auch. Im engen Rahmen von NAP kam *Typha latifolia* vor. Ein ähnliches Florenbild haben wir am Kunfehértó in der humusmushaltigen Schicht des Flugsandes bekommen. In der atlantischen Phase haben sich die gemischten Eichen am Rand der Vertiefungen zwischen den Lössrücken zu Wäldern geschlossen.

9. Pollenzone VIII., Subboreal Phase

Unter der Wirkung des ausgeglichenen Temperatur- und Niederschlagverhältnisse wurde die Ausscheidung des Karbonatstoffes schwächer. Im Pollenbild hat neben *Carpinus* auch *Fagus* zugenommen 20%.

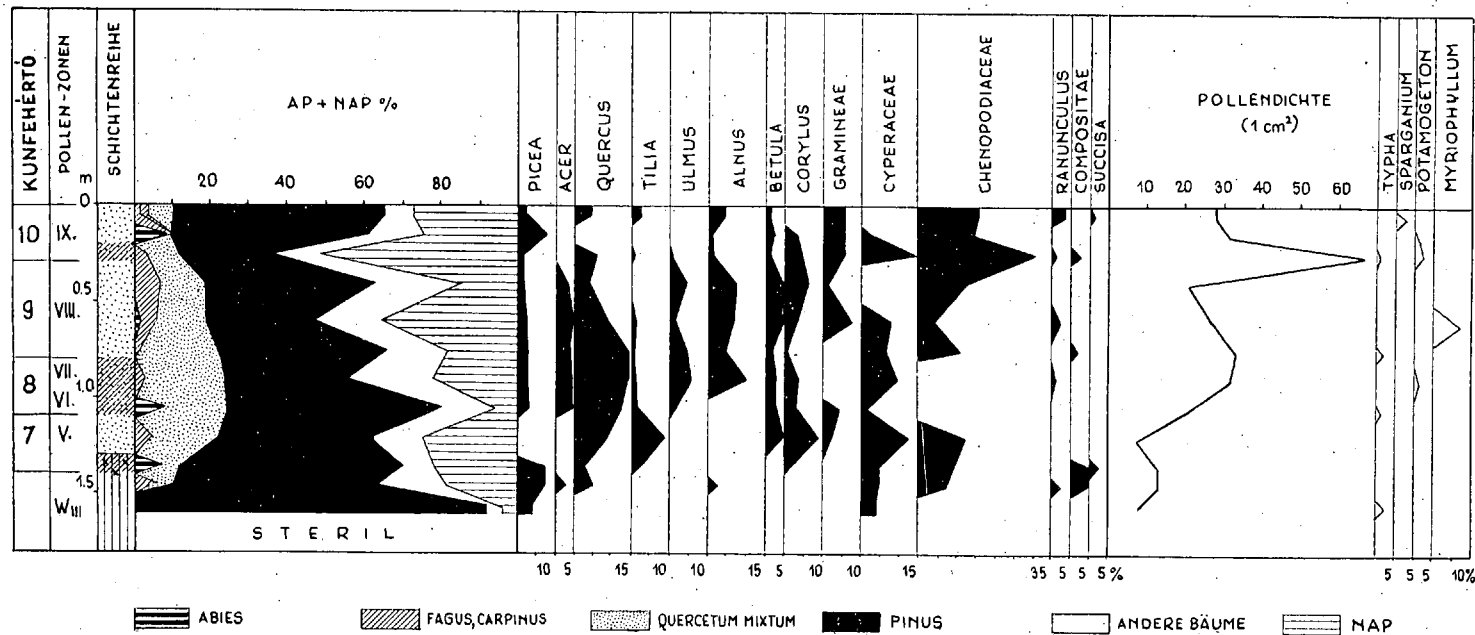


Abb. 4. Pollendiagramm des Kunfehértó V.

Die Eichenwälder zeigten hier ihre grösste Ausdehnung, aber die Erlen- und Birkenauen mögen auch eine wesentliche Rolle gespielt haben, *Pinus*, *Picea* wurde zurückgedrängt, aber an dieser Stelle es noch immer mehr zu finden als in derselben Phase am Plattensee. (Zólyomi 1953)

Im entsprechenden Teil des Profils von Tiszaölök in Nordungarn herrscht die *Fagus* viel stärker vor. Das örtliche Klima war an Niederschlag reicher, als am südlichen Teil der Tiefebene. (I. Miháلتz & M. Miháلتz 1965)

Die örtliche Rasengesellschaft zeigte auch eine zunehmende Tendenz mit viel Seegras. Aus der mächtigen Flugsandschicht des Profils vom Teichufer ist zwischen 3- und 4 m — auf Grund nur wenig Pollen — fast dasselbe Pollenbild zu verzeichnen. In dieser Zone tauchte auch *Juglans* auf, und zwischen den ausgedehnten Gräsern kamen die Kulturgramineae vor.

10. Pollenzone IX., X., subatlantik phase.

Das Sediment ist am Teichgrund locker, kolloidal, besteht aus karbonat- und sandhaltigem Feinsand mit viel Schluff. In der Bohrung am Rand des Kunfehértó bildete Flugsand das Sedimentmaterial. Die Menge von Buche abgenommen, die von Weissbuchen ist geblieben, die uralten geschlossenen Eichenwälder hören fast auch. Die Kräuter bedeckten ein grösseres Gebiet, deren Pollen in manchen Fällen anderthalbmal häufiger waren, als die der Baumpollen.

In dieser Phase wurde das Klima — im Vergleich zu den vorigen — kühler und trockener. Während dieser Klimaphase wurde die Oberfläche des Zwischenrückfazies von der Deflation angegriffen, und es schichtete sich der jüngste Flugsand. Auch heute wird der Treibsand auf die Oberfläche der Teiche geblasen.

Schrifttum

1. Andó M. (1964): Geomorphologische und hydrographische charakterisierung des Kunfehérsees und seiner Umgebung. Acta Geogr. Szeged 5.
2. Andó M. & Mucsi M. (1966): Klimarhythmen im Donau-Theiss-Zwischenstromland. Acta Geogr. Szeged 7.
3. Firbas, F. (1949): Spät- und Nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Fischer, Jena, p. 1—480.
4. Iversen, J. (1961): Plant Indicators of climate, soil, and other factors during the Quaternary. Report of the Vith Internat. Congr. on Quatern., Warsaw, p. 421—428.
5. Járαι-Komlódi, Magda (1966): Quaternary climatic changes and vegetational history of the Great Hungarian Plain. Botanikai Közl. 53. p. 191—201.
6. Kriván P. (1953): Die Bildung der Karbonatsedimente im Zwischengebiet von Donau und Theiss. Acta Geol. 2. p. 91—108.
9. Miháلتz I. & Faragó M. (1944): Die Süsswasserkalkbildungen zwischen Donau und Theiss. Alföldi Tud. Int. Évkönyve. p. 1—14.
10. Miháلتz I. & Mucsi M. (1964): Hydrogeologie des Kiskunhalaser Kunfehértó. Hidr. Közl. 44. H. 10. p. 463—471.
11. Mucsi M. (1965, 1966): Geologische Verhältnisse des Soltvadkerter Petőfi-Sees. Földtani Közl. 95, 2.; 96, 4. p. 240—248.

12. *De Ploy, J.* (1963): Palynological investigations of upper Pleistocene and Holocene deposits in the lower Kempenland (Belgium) Grana Pal. 4. No. 3. p. 428—438.
13. *Zólyomi B.* (1953): Die Entwicklungsgeschichte der Vegetation Ungarns seit dem letzten Interglazial. Acta Biol. Acad. Sci. Hung. 4. p. 367—413.
7. *Miháltz—Faragó M.* (1966): A soltvadkertti Petőfi-tó rétegeinek kronológiája palinológiai vizsgálatok alapján. Őslénytani Viták 6. p. 59—63.
8. *Miháltz I. & Miháltz—Faragó M.* (1965): Attempt at a pollen chronologie in quaternary fluvial deposits. Acta Biol. Szeged, Tom. XI. p. 295—299.

CONNECTIONS BETWEEN THE DISTRIBUTION OF PRECIPITATION, THE LANDSCAPE MOSAIC, AND SOIL AMELIORATION WITH ARTIFICIAL MATERIALS

BY

J. JUHÁSZ-M. DZUBAY

The exploitation and amelioration of natural resources is an important task of both this country and the whole Socialist camp.

An important part of the agriculturally used territory of this country can be classified on the theoretical basis of landscape researches, so that soils in need of amelioration are determined.

It is commonly known, that about 50 per cent of the agriculturally used territory needs amelioration on account of its unfavorable properties and is in addition poor in precipitation (10). Accordingly, we attempt to demonstrate on the basis of new theoretical and methodological principles — besides the traditional theories — the usefulness of artificial materials in soil amelioration.

According to Kalesnik's definition the landscape is a relatively homogeneous surface area of 2000—50 000 square kilometers which developed in a natural way in the course of its paleogeographic and territorial evolution and differs from other landscapes in its structure, in the composition of geographical factors, and in special features (1).

The difference between landscapes is determined by their geographical character and geographical unity. This classification according to character is the result of the differences of surfaces climate, soil types, water, vegetation, and fauna. The geographical unity, on the other hand, is the result of the inseparability of the various factors.

According to Sontsev the above-mentioned factors can be classed in two large groups: in the first belong the lithogenic and hydroclimatic factors which have a great power of resistance, in the second belong the biogenic factors with their smaller power of resistance (2).

According to Gerenchuk the chief lithogeomorphological complexes manifest themselves through the vegetation. He proposes that the differentiation of the landscapes should be made on the basis of the boundaries of the spread of the overlying rocks (3).

Of primary importance for agriculture is the favorable or unfavorable quality of the overlying rock, the soil, which may constitute the basis of a possible classification. It was on the basis of this idea that classification we divided those agricultural areas of our country which, on account of their unfavorable properties, need amelioration in the interest of greater production.

The possibility is given to us to deal comprehensively, according to our aim, with the artificial materials that can be used for amelioration of the acid, sodic, sandy, and bog soils in our country. In the majority of cases, the amount and quality of the agricultural yields, the efficiency of production, is determined by the suitability of the soil for cultivation and by the conditions of precipitation. As some relief forms disappear or change in the course of long periods of time under the influence of external forces, within each landscape smaller areas differing in soil kind or appearance and dimensions develop as morphological systems. Since the morphological units occur in different proportions in different landscapes or micro landscapes, it is possible to show the areas cartographically by means of surveys or photos. At the same time we can categorize and examine the acid, sodic, sandy, and bog soils as constituent part, that is basic landscape units or landscape mosaic, of the agriculturally used area of this country.

In connection with our theme either form of classification can be used, though the latter method seems more suitable for our viewpoints. Detailed characterization of the landscapes is at this moment not our primary task; thus according to our aim, soil amelioration is given attention from the point of view of artificial materials that can be used for the poorer soils under given precipitation conditions.

Over the territory of our country the climatic elements satisfy more or less the needs of plant cultivation. At the same time it is a long-known fact that the yield is in very many cases a function of the conditions of precipitation.

In the middle of the last century, then after the foundation of the Hungarian Meteorological Institute, many Hungarian climatologists studied the conditions of precipitation in the basin of the Carpathians on the basis of the collected material. With a view to recording the great variability of precipitation the then existing observation network was developed further. Hajósy and his contemporaries (4—5) had already the data of the enlarged observation network at their disposal for evaluation. The old data, however, were, on account of their sporadic and unsystematic nature, only good for finding out general regularities.

We show the territorial distribution of the 50 year average (1901—1950) of the yearly total of precipitation in mm on a map made after Hajósy (Fig. 1)

The western territories of our country represent abundance of precipitation, and the areas of the Great Plain around the middle section of the river Tisza scarcity of precipitation. The driest areas of our country are the regions of Hortobágy, Szolnok, and Kunszentmárton, where the yearly amount of precipitation does not reach even 500 mm. The larger part, about 70% of the territory, however, gets a yearly amount of 500—600 mm. To this latter type of area belongs the largest part of the Great Plain, the Small Plain, and Mezőföld. In most parts of Sopron, Vas, Veszprém, Zala, and Somogy counties in Transdanubia (the part of Hungary west of the Danube) and in the parts of the northern mountains above 400 m the yearly amount of precipitation is over 700 mm. In the

south-western part of Vas, Zala, and Somogy counties the yearly amount is over 800 mm.

In connection with the territorial distribution of precipitation we show the soils needing amelioration in the agriculturally used areas. The territorial distribution of the acid, bog, sandy, and sodic soils is classi-

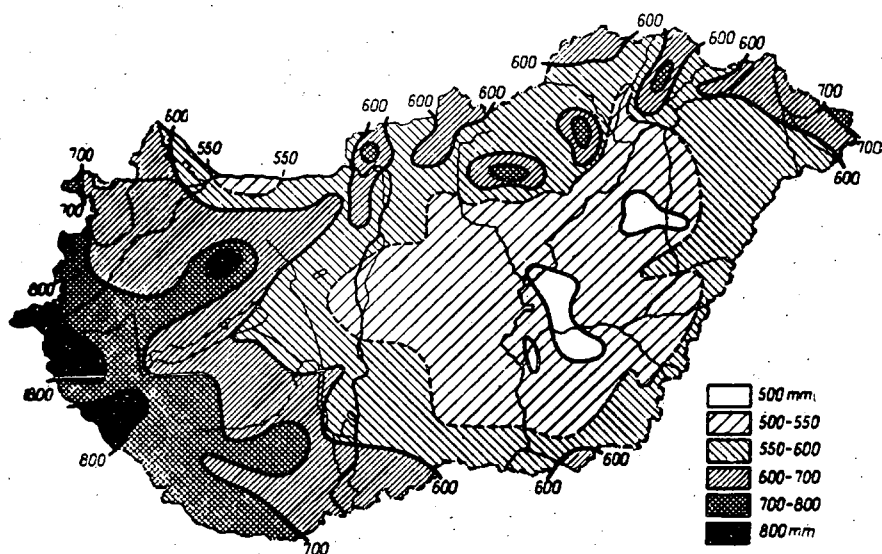


Fig. 1. The territorial distribution of a 50 year average (1901—1950) of the yearly total of precipitation (after Hajósy).

fied on the basis of the precipitation map of Hajósy and the soil map of Mattyasovszky, Görög, and Stefanovits.

1. To the areas with less than 500 mm of yearly precipitation belong the cultivated, occasionally cultivated, and uncultivated areas with sodic soil in the region of Hortobágy, and the weakly and strongly acid, strongly bound mud soils between Szolnok and Kunszentmárton.
2. To the areas with 500—600 mm of yearly precipitation belong among the lowlands the weakly or strongly acid form of poor sand, weakly and strongly acid, strongly bound mud soil and clay, the areas of cultivated and uncultivated sodic soils in the region of the Körös rivers, and the acid bogs along the northwestern border and in the region of the Körös rivers.
3. To the areas with 700—800 mm of yearly precipitation belong the weakly and strongly acid sand soils the weakly and strongly acid sandy mud soils, and medium bound mud soils of Sopron, Vas, Veszprém, Zala, and Somogy counties.

4. To the areas with more than 800 mm of yearly precipitation belong the weakly and strongly acid medium bound mud soils of the south-western parts as well as the weakly and strongly acid sporadic sands and mud soils of Vas, Zala, Somogy, counties.

Knowing the territorial distribution of the yearly precipitation we wish to remark that the ratio of the amounts of precipitation in each area in given months and seasons is similar, and differs hardly from the yearly ratios. Generally the air-lifting effect of hills and high lands, as for instance in Transdanubia, increases the amount of precipitation in the highest spaces above sea level.

The heights of the relief are such important factors that yearly variations of the precipitation conditions could be established with minimal discrepancies in terms of altitudes above sea level, i. e. contour lines, contour line maps. But the altitude above sea level is not the only factor which influences the precipitation conditions, but, together with the inflowing air masses, it ensures the supply of precipitation for the areas. The precipitation conditions in our country are controlled by the complex effect of these two factors.

When the productive part of the soil is in the center of investigation and becomes connected with precipitation, the humidity of the soil of the examined area acquires a decisive importance.

On the basis of the yearly and monthly amounts of precipitation and the average of 50 years it has been found that from the beginning of May to the end of July as well as from the beginning of September to the end of November, i. e. in two periods, we have to reckon with larger amounts of precipitation than in other months. The summer rains generally control the temperature conditions in the country with the influx of the cool Atlantic air masses. Rainfall are frequent along the front of influx of the oceanic air masses. The little precipitation in winter, the precipitation minima, are due to the influx of continental air masses; in these continental air masses humidity is always lower than in the oceanic air masses; thus the former cannot supply as much precipitation as the latter.

In general it can be established, that in the territories east of the Tisza the continental character is predominant, west of the Danube the Atlantic character prevails with a maximum in June or July and a weaker second maximum in autumn. In the land between the Danube and the Tisza the continental and Atlantic air masses mingle, mostly under the control of the continental current.

In the common work of Kéri and Kulin very detailed information can be found on the probable values of the yearly, seasonal, and monthly amount of precipitation (9). From their discussion in connection with the graphic representation of the values to be expected with a 25 and 75 per cent probability it can be deduced for the summer half-year that in any planning connected with the planting of some crop a much smaller amount of precipitation must be taken into consideration than that shown on the precipitation maps of the 50- year averages. In our opinion

only 75—80 per cent of the 50 year average of precipitation can be taken into consideration for planning in connection with the vegetation period.

Thus it is more probable that the production targets can be achieved. (The results can be improved by irrigation).

In connection with the territorial distribution of the total yearly precipitation the scattered bogs, acid sandy, and sodic areas can be regarded as landscape mosaics even if the agricultural areas of our country are divided by a threefold classification. Thus we can define the landscape unit of Transdanubia, that of the land between the Danube and the Tisza, and that of the land east of the Tisza with their characteristic microlandscapes, landscape mosaics, and basic landscape units.

- I. Division of *Transdanubia* as a landscape on the basis of the distribution of the average precipitation: the acid sand soils of Sopron, Vas, Veszprém, Zala and Somogy counties, their acid sandy mud soils and medium bound mud soils and bogs may be regarded as LANDSCAPE MOSAICS.
- II. According to the soil units of *the land between the Danube and the Tisza* as a landscape: a considerable part of the limy, poor sand is scattered over the area; acid mud soils and clay are to be found immediately beside the Tisza; these areas may be regarded as LANDSCAPE MOSAICS.
- III. According to the soil units of *the land east of the Tisza* as a landscape: the sodic lands of Hortobágy, the sodic areas between Szolnok and Kunszentmárton, the cultivated and uncultivated sodic areas and sporadic acid bogs, mud soils, and clay may be regarded as LANDSCAPE MOSAICS.

It can be said of all landscape mosaics that they are forms of mesorelief which besides a given rock composition possess nearly similar productive soils and complex plant associations.

According to many experts Gerenchuk's view of the landscape mosaic is correct: „the urochishche is nothing else but the combination of genetically similar facies evolved in mutual connections” (7).

In the division of the above three landscapes I. II. III. into landscape mosaics Solntsev's method (2) can be used on the basis of which from the landscape mosaic of the land between the Danube and the Tisza as a morphological unit the weakly and strongly acid sandy soils may be taken out and examined as dominant factors is the landscape mosaic. The less common acid mud soils and clays can be examined as subdominant components of the landscape mosaic.

On the basis of any classification of a similar nature the use of suitable artificial materials in the areas can be determined in advance according to whether we want to preserve the structure of the soil with polyelectrolites, artificial foams, emulsions, or true solutions, or else we want to influence the air, water, and heat balance of the soil.

We have made such a classification on the basis of biogenic factors in the area of Csévharaszt in the land between the Danube and the Tisza. We delimited the basic landscape units in the territories of the landscape

mosaics; at the same time we described the flood-basin microlandscape as the genetic unit of several landscape mosaic components.

The woody steppe on sandy soil is a cultivated area interspersed with pastures; its hillock systems preserve the ancient vegetation. But the larger part of the vegetation is identical with the vegetation of the sandy areas between the Danube and the Tisza. The continental Pontic and the Pontic Mediterranean elements give the woods and moorland greens an eastern and southeastern character, although southern elements, as for instance *Diarthus diutinus*, are also represented (8).

The flood-basin microlandscape examined is a genetically homogeneous area characterized by a uniform geological base, a peculiar plant association, and a local climate. The soil surface both on the pastures and on the cultivated lands needs quick and effective amelioration.

A further aim of agricultural investigation, which serves the exploitation and amelioration of the natural resources, is to find materials similar to humus and of lasting effect. This aim has partly been achieved by the manufacture of artificial materials which preserve (condition) the soil structure.

The advantage of the artificial materials, artificial soil stabilizers, over the natural structure ameliorators (humus, clay) is partly that they do not decompose so rapidly in the soil, partly that they can be used in greater concentrations.

The artificial materials, artificial resins that can be used for soil amelioration are mainly organic or mineral, surface-active or neutral materials with generally large molecules. They possess the common property that they preserve the soil structure thus favorably influencing certain soil properties, for instance the air and water balance.

Their simplest classification is: 1. polyelectrolites, 2. artificial foams, and 3. emulsions and true solutions.

1. The polyelectrolites are artificial polymers containing electrically charged components, cations and anions, which, sticking to the surface of the soil particles in the form of string colloids, glue them together into water-resistant lasting crumbs. Their effect depends on the quality and quantity of their active groups (e. g. CH, COOH), the size of the dose applied, the mechanical and mineral composition, pH, salt content, etc. of the soil.

The salts of the soil, for instance, if they are easily soluble (Na salts), have a great effect on the hydrolyzing compounds, on the coagulation threshold of polymers. These salts hinder the formation of giant molecules, the string colloids consisting of elements with ramifying structures. Thus they hinder a lasting aggregation of the soil crumbs. Ca and Mg carbonates for example as salts not well soluble in water do not influence the structure-preserving effect of hydrolyzing polyelectrolites (11).

Besides this, as we have mentioned, the chemical effect of the soil can also influence the applicability of artificial resins, because the active groups of the latter may be different.

The pH generally has no effect on the less hydrolyzing polyelectrolites.

Hydrolyzing polyelectrolites can be effectively used for soil amelioration only in the range of, pH 4.5—9.

If the soil is strongly acid, — its pH value is less than 4.0-, the area must first be limed (11).

The effect of the polyelectrolites is that they glue the soil particles together in to crumbs with small bridges of artificial material then as string colloids they enmesh them. The latter keep the crumbs from falling to pieces and from the silting effect of water. The lasting structure so formed ensures a favorable change in the water, heat, air, and nutrient conditions of the soil (12).

The polyelectrolites are chiefly acrylic, metacrylic, and maleic acid derivatives, or more exactly, different Na, K, and NH_4 salts of these.

In the Soviet Union, under laboratory conditions, a kind of polyacrylamide has been produced which contains liquid nutrients — easily absorbable NPK. This material, used as base or top dressing besides ameliorating the structure of the soil ensures also the nutrient supply of the plants (13).

When we calculate for dry soil, the polyelectrolites and artificial resins must be applied in quantities between 0.02—0.2 per cent. Those in pulverized form are introduced into the soil by means of disk fertilizer spreader and those in liquid form by means of a distributor also used for spraying herbicide. Previous to introduction into the soil, a crumbly structure must be developed by suitable agrotechnics, because only structures already existing can be stabilized with these artificial materials (14).

2. The artificial foams can be loosening materials with open, hydrophilic, or closedpored, hydrophobic structures. Their primary property is that they exert a chiefly physical influence on the soil. This consists in improving the water balance properties of the soil, producing lasting looseness, and preventing a quick destruction of the soil structure so formed. The environment thus changed, the larger amount of oxygen and higher temperature, activates the life of the soil and mobilizes the nutrients.

The interstices of the artificial foam materials with open pores may be permeable to air up to 70 per cent. Thus their volume can be filled nearly completely with water or nutrient solution, and this is practically utilizable for the plants.

Of the type of materials mentioned above the carbamide — formaldehyde foam (in the following CF, hygromull) is the best known. Its volume weight is 8—15 kg/m. Yearly about 3—5 per cent of the foam decomposes; as it contains 30 per cent of hydrogen, the amount of liberated plant nutrient may be considerable (15).

CF foam can also be made in the form of a film coating which provides good protection against wind erosion (16).

In soil amelioration about 300—500 m³ of this open-pored material is used for one hectare. As it decomposes very slowly, the duration of its effect is estimated at 10—15 years.

The CF foam is best introduced into the soil in fall, so it can have time to become saturated with humidity.

The artificial material can be used successfully also in arid regions. Besides this the area may be treated with sprinkling irrigation.

Under a ratio of 50 per cent, CF foam can well be mixed with peat, compost, mud, clay, etc. (16)

The next artificial material, polystyrol foam (in the following PS foam, styromull), has closed pores. It contains air as an inclusion. From all points of view it is a neutral material. It is incapable of binding water and nutrients. Its volume weight is also very little: 15—20 kg/m³. The globules or flakes made of it and used for amelioration have a diameter of 4—12 mm. Depending on what kind of soil is to be ameliorated with it, PS foam can be applied in quantities of up to 500 m³ per hectare.

Owing to its extremely large volume the foam is not transported, but like KF foam, it is made on the site.

In soil amelioration the way of introduction of the material always depends on the goal. For instance if the plowed layer is to be loosened, the PS foam must be spread on the surface, then worked in to a small depth with a disk harrow or cultivator, and then plowed in. If the aim is to improve the subsoil, then the material spread on the surface must be worked into the soil by plowing down to the required depth. If the soil is too wet and we want to dry it, the furrows made with the subsoil loosener must be filled with the artificial foam (17).

With this method the area, if it has a proper inclination, can be drained without drainpipes.

3. Emulsions and true solutions are materials which can form a chemical soil cover and a waterimpermeable layer under the root zone.

Their effect chiefly depends on their place of application. On the surface of the soil they reduce above all evaporation and weed growth. Introduced into a certain depth they retain the water in the root zone.

The above-mentioned materials are generally used on soils with a light structure. Then the film formed on the surface of the soil raising the temperature of this layer by 10 C° creates more favorable life conditions for the plants already at the beginning of the vegetation period. If an „asphalt bed” is made in the subsoil, it helps to retain the water and nutrient supply in the root zone.

These materials can be got onto the fields with the help of devices like the machines suitable for spraying plant-protecting chemicals (18).

The effect is variable and depends on the material sprayed. For instance oily latex forms a film. Not only does this film protect the surface, but it also ensures that precipitation and irrigation water get into the soil more easily, and the bitumen or emulsion introduced forms an „asphalt bed”. On the other hand quaternary ammonium salt as a true solution makes the soil crumbs so water-repellent that the water does

not rise to the surface through the capillaries. Evaporation is thus reduced.

The duration effect also depends on the qualities of the materials. This effect varies between six, seven, and fourteen months. It depends on how rapidly the microorganisms can decompose the film formed on the soil surface (14).

The use of asphalt in the lower layers considerably increases the duration effect prolonging it to 10—15 years. In this case the bitumenous material is introduced into the soil behind a device resembling a goose's foot shaped cultivator hoe. The thickness of the water-impermeable layer, the artificial asphalt bed" is about 3 mm.

By this method, as we have mentioned, the pore space of sand is used for storing water, and the watertight layer is formed under the root zone.

Little has been done in this country regarding the utilization of artificial materials for soil amelioration. We can say that only the first steps have been made in this direction.

Utilization of the materials described above for soil amelioration under dry conditions depends mainly on the distribution of precipitation and the type of soil in the landscape mosaic. The ways and conditions of their use is the subject of our next paper.

Literature

1. Калесник с. в.: Современное состояние учения о ландшафтах. Материалы к 3-ему съезду Тьграф. об-ва СССР. Л. 1959 г.
2. Солнцев, Н. А.: Основные проблемы советского ландшафтоведения. Изв. ВТО т. 94 вып. 1, 1962 г.
3. Гепенчук, К. И.: О морфологической структуре ландшафта Изв. ВТО т. 88, вып. ч. 1956 г.
4. Hajósy F.: Magyarország csapadékviszonyai. Budapest 1952.
5. Hajósy F.: A csapadék eloszlása Magyarországon. Orsz. Met. Int. hiv. kiadványai. IX. kötet. Budapest 1935.
6. Kéri M.—Kulin I.: A csapadékösszegek gyakorisága Magyarországon. Orsz. Met. Int. hiv. kiadványai XVI. köt. Budapest 1953.
7. Геренчук, К. И.: Опыт определения границ природных комплексов. Тьграф сборник № 6 Львовси. ун-та. Львов. 1961 г.
8. Juhász J.: Homok erdő-sztyep artéri Kistájának talaj- és léghőmérsékleti viszonyai. Kandidátusi értekezés. 164. old.—180. old.-ig. Szeged 1966.
9. Bacsó N.: Magyarország éghajlata. Akadémiai Kiadó, Budapest 1959.
10. Bán M.—Fekete A.: A talajjavítás egy évtizede Magyarországon (1947—1957) F. M. Kiadvány 1959.
11. Ревут, И. Б. — Романов, И. А.: Агрегный и микроагрегатный состав мочв при искусственно их оструктуриван. Почвоведение. Москва 1966. 1 н. 60—65 р.
12. Качинский, Н. А. — Мосолова, А. И. Таймуразова, Л. К.: Использование полимеров для оструктуривания и мелиораций почв. Почвоведение. Москва 1967. 12 н. 98—106.
13. Ворицева, В. М. — Скольник, Я. С. — Биксей, Т. М. — Топова, С. Д.: Толиакриламидные препараты как сложные удобрения и искусственные структуро — образователи почв. Агрохимия. Москва, 1966 н. 136—343р.
14. Kullmann, A.: Szintetikus talajjavító szerek alkalmazása. Nemzetközi Mezőgazd. Szemle 1969. 2. sz. 58—62.

15. Werminghausen, B.: Anwendungsmöglichkeiten von Hygromull. Die Gartenbauwirtschaft. Wien, 1966. 7. sz. 178—179.
16. Werminghausen, B.: Das Hygromull. Dt. Gärtnerbör. Aachen 1967. 39. sz. 597—599.
17. Knobloch, M.: Der Einsatz synthetischer Bodenverbesserungsmittel bei Meliorationen. Z. Kulturtechn. Flurbereinigung. Berlin—Hamburg, 1967. 1. sz. 54—59.
- 18) Asphalt barrier blocks moisture escape. Agric. Engag. St. Joseph 1966. 10. sz. 546—547.